TAKWEEN
تكوين للدراسات والأبحاث

غير قابل للتكذيب

كيف تؤكد البيولوجيا صدق حدسنا أن الحياة مصممة

دوجلاس آكس



ترجمة : محمد القاضي - زيد الهبري

غير قابل للتكذيب

كيف تؤكد البيولوجيا صدق حدسنا أن الحياة مصمَّمَة


بسم الله الرحمن الرحيم

غير قابل للتكذيب

كيف تؤكد البيولوجيا صدق حدسنا أن الحياة مصمَّمَة

دوجلاس آكس

ترجمة

محمد القاضي - زيد الهبري

غير قابل للتكذيب

كيف تؤكد البيولوجيا صدق حدسنا أن الحياة مصمَّمَة

دوجلاس آكس

الطبعة الأولى
١٤٤٠هـ/٢٠١٩م

«الآراء التي يتضمنها هذا الكتاب لا تعبر بالضرورة عن نظر المركز»



Business center 2 Queen
Caroline Street, Hammersmith,
London W6 9DX, UK

www. Takween-center.com
info@Takween-center.com

تصميم الغلاف :



+966 5 03 802 799
المملكة العربية السعودية - الخبر
eyadmousa@gmail.com

هذه الترجمة الشرعية الكاملة لكتاب:

UNDENIABLE
How Biology Confirms Our Intuition
That Life Is Designed

BY: DOUGLAS AXE

الصادر عن (HarperOne) عام ٢٠١٦

الإهداء

إلى أنيتا،،

التي بيّنت لي أن واحد زائد واحد قد يساوي أكثر من اثنين بكثير

المحتويات

الفصل الأول

السؤال الكبير

كدت أصطدم بالعالِم البريطاني الشهير السير آلن فيرشت (Sir Alan Fersht) وأنا أشقّ طريقي في شارع كينغس بيريد الجميل في كامبريدج، وذلك في أغسطس من عام ٢٠١٣م. كنّا لحظتها قريبين من كليّة غنفيل وكيوس (Gonville and Caius College) التابعة لجامعة كامبريدج، حيث يعمل فيرشت كعميد للكلية ضمن مجموعة مميّزة من العلماء، من بينهم عالم الكونيات الشهير الأستاذ ستيفن هاوكنغ (Stephen Hawking). كان فيرشت خارجًا من أحد المتاجر، وهو يمشي على الرصيف متجهًا نحو درّاجته الهوائية، حيث تقاطعت سبلنا.

اعتدتُ مناداته بـ«آلِن»، فقد كنّا أصدقاء لفترة طويلة ـ حيث كنت أعمل في مراكز بحثية كان يديرها بين عامي ١٩٩٠م و٢٠٠٢م ـ لذا افترضت أنّنا لا زلنا أصدقاء بعد افتراقنا منذ أحد عشرة سنة، رغم أن عاديات الزمان قد اختبرت صداقتنا. تمنيتُ حين تركت مركزه لهندسة البروتينات عام ٢٠٠٢م لو أننا تحدثنا بشكل صريح، وأوضح كلٌّ منا موقفه عن سبب انتهاء علاقة العمل بيننا على ذلك النحو المفاجئ جدًّا، لكانت تلك المحادثة مفيدة جدًّا من وجهة نظري. وقد تأسّفت على أنها لم تقع على مدى السنين التالية، والآن في غضون بضع دقائق، خطر ببالي أنّه ربما كان نادمًا من ذلك أيضًا.

لم يكن أمامنا الكثير من الوقت، فقد كنت أقضي إجازتي مع عائلتي وكانت العائلة بانتظاري وكان هو مضطرًّا للذهاب إلى الكليّة، فتحدثنا على عجل بما سمحت به تلك الدقائق المعدودة، ومع كل ما جرى بيننا سابقًا، فقد وثَّقَت تلك الدقائق اليسيرة ما بيننا من صداقة، لقد كانت بداية جيّدة.

ومع الحرج الذي انتابني من ذلك اللقاء العابر لكنها كانت تجربة مفيدة ومستحقة، وهذا هو الحال غالبًا مع المواقف المحرجة، وأنا أتحدّث عن خبرة بهذا الموضوع. يجد معظم الناس أنفسهم في مجرى الحياة باكرًا يتقنون فن «السباحة مع التيار»، ولكن يبدو أنّني أمثّل واحدًا من الاستثناءات. ومع أنني لا أخطط أبدًا لمعاكسة التيار، لكني أجد نفسي مرغمًا للسير في اتجاه لن يختاره أبدًا من يدرك قوة التيار. وأيّ شخص يخوض في الماء معاكسًا لتيار الماء الجارف فسيدرك أنه سيتعرض حتمًا للمواقف المحرجة.

أتذكر سؤالًا في امتحان نهائي في بداية دراستي العليا في معهد كالتك (Caltech)، يقول السؤال:

أيّ الجزيئات الكبروية (*macromolecules*) ملائم لتكوين الجزيء «الحيّ» الأول، ولماذا؟

إن بدا لك هذا السؤال غامضًا كلغة يونانية فاسترخ، أعِدك أن أكتب بلغة مُبسّطة. كلّ ما عليك معرفته هو أنّ السؤال كان عن كيفية بداية الحياة، مطروحًا بافتراض مضمر بأنّ الحياة قد بدأت بعمليات جزيئية اعتيادية، وهذا الافتراض راسخ في التفكير البيولوجي لزمن طويل لدرجة أنه أصبح بديهيًا. فَهِم جميع الطلاب في الصف المراد من ذلك السؤال، ولكنّني فهمته بطريقة نقدية أكثر من الآخرين. عرفتُ الجواب المتوقّع على السؤال الامتحاني، ولكن عَبْرَ عيني النقدية، بدى لي ذلك الجواب مشكوكًا به علميًا. لذا كان عليّ أن أختار: هل أسبح مع التيار، أم أجدّف ضدّه؟

قرّرتُ وضع الإجابة المُتوقّعة بالكامل وذكرت بعدها ـ للحصول على علامات إضافية ـ لماذا أجد هذه الإجابة غير مُقنعة. بعكس الرأي المتفق عليه فسّرت لماذا أعتقد أنّ ما من جزيء يمتلك ما هو مطلوب لبدء الحياة. رغم أنّ إجابتي بدت ذكية في ذلك الحين، إلا أنّني علمت عندما استلمت ورقة الامتحان (مع خصمٍ للنقاط) أنّنا كطلاب يُتوقّع منّا ألا نتعلم التفكير السائد في البيولوجيا فحسب؛ بل أن نقبل به أيضًا دونما اعتراض. يفترض بنا أن نلتزم بوجهة نظر معينة بقدر ما يفترض بنا أن نتعلّمها.

تعلّمتُ الدرس، فتدفّق الإجماع العلمي يجري بتيّار لا يُقاوم تقريبًا. وأؤكد على كلمة تقريبًا.

العلم المحرج

من بين جميع الأفكار الخلافيّة الناجمة عن العلم المُعاصر، لم تكن أيًّا منها أكثر غرابة من فكرة داروين عن التطوّر عبر الانتخاب الطبيعي. نعلم أنّ الانتخاب الطبيعي؛ يعني: «البقاء للأصلح» وهو في أحد معانيه ليس موضع خلافٍ على الإطلاق؛ بل إنّ مُلاحظة داروين بأنّ الأفراد الأكثر صلاحية للبقاء يمكن أن يحظوا بذرية أكثر هي ملاحظة واضحة فعلًا لدرجة أنها غنية عن الذكر. لكن كيف يمكن لشيء ضئيل المُحتوى ـ تحصيل حاصل (*truism*) ـ أن يفسّر غنى الحياة المذهل؟

لم يكن السؤال الكبير في أذهان الجميع هو عن البقاء بل عن النشأة وعن نشأتنا على الأخص. **كيف وصلنا إلى هنا؟** حتّى إن كنت تعتقد أنّ الانتخاب الطبيعي هو الجواب، فعليك أن تعترف لدرجةٍ ما بالصراع الداخلي حول المسألة. أقرّ فرانسيس كريك (Francis Crick) بهذا الصراع، ضمنيًّا على الأقل، عندما حذّر البيولوجيين قائلًا: «على البيولوجيين أن يتذكّروا دائمًا أنّ ما يرونه لم يكن مُصمّمًا؛ بل الصحيح أنه متطوّر»[1] فلو كان ادّعاء داروين حقيقة، فهي حقيقة يساورنا الشك فيها ـ على الأقل في اللاوعي ـ وإن كان ادعاءً خاطئًا، فنستحق الثناء على شكّنا هذا، وإن كان الحرج ملازمًا لنا في الحالتين.

في الواقع اعترف داروين ضمنيًّا بأمرٍ يُضَم إلى الاضطراب المحيط بنظريّته، وإن كنت لن ترى ذلك في أيّ كتاب مدرسي. تتضمّن جميع الطبعات السّتّة لكتابه أصل الأنواع (*On the Origin of Species*) بضع فقرات في الخاتمة حيث أجاب عن رفض زملائه العلميين الشائع لنظريته. بدأ بالسؤال: «لعل

(١) Francis Crick, *What Mad Pursuit: A Personal View of Scientific Discovery* (New York: Basic Books, 1988), 138.

سؤالًا يطرح، لماذا رفض جميع علماء الطبيعة والجيولوجيا البارزين الأحياء هذه النظرة بتحوّل الأنواع؟» كان الجواب باعتقاده يعود إلى ضيق أفقهم. ولشعوره بقليل من الأمل بدفع بعض العقول للتفتّح قرّر أن «ينظر بثقة نحو المُستقبل، إلى علماء الطبيعة اليافعين والناشئين، الذين سيستطيعون رؤية جانبي السؤال بحيادية»[١]

ما سيفاجأ داروين أنّ هذا الرفض الكلي تقريبًا لنظريّته تحوّل لقبول تام تقريبًا خلال بضعة سنوات. حتّى الطبعة الخامسة لكتابه عام ١٨٦٩م، لم يكن تقييمه الكئيب القديم لتقبّل عمله بحاجة للمُراجعة. ثم في عام ١٨٧٢م، بمجرّد انقضاء ثلاث سنوات، أتبعت الطبعة السادسة تلك الفقرات الأصلية بهذا التعليق:

> «أبقيت الفقرات السابقة كسجل للوضع السابق، وكذلك توجد في مواضع أخرى عدّة جمل توحي بأنّ علماء الطبيعة يؤمنون بالخلق المنفصل لكل نوع؛ وكنت مُستهجنًا للغاية لتعبيري عن نفسي بذلك. لكن من غير شك كان ذلك هو الاعتقاد العام عندما ظهرت الطبعة الأولى من الكتاب الحالي. تحدّثتُ فيما مضى مع كثير من علماء الطبيعة حول موضوع التطوّر، ولم أحظ أبدًا بأيّ موافقة متعاطفة. من المحتمل أنّ البعض آمن بالتطوّر في ذلك الحين، ولكن كانوا إما صامتين، أو عبّروا عن أنفسهم بغموض كبير مما يُصَعِّب فهم مقصدهم. أما الآن فقد تغيّر الحال بالكامل، ويعترف جميع علماء الطبيعة تقريبًا بالمبدأ العظيم للتطوّر»[٢]

ما الذي أدّى إلى هذا التبدّل في الرأي العلمي؟ هل ظهر اكتشاف علمي جديد في نهاية ستينيّات القرن التاسع عشر أو بداية سبعينيّات القرن - اكتشاف

---

(١) جميع طبعات كتب داروين متاحة مجانًا على شبكة الإنترنت، وموقع Darwin Online هو أفضل المصادر:

http://darwin-online.org.uk/EditorialIntroductions/Freeman_OntheOriginofSpecies.html.

(٢) Charles R. Darwin, The Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life, 6th ed. (London: John Murray, 1872), 424.

قوي يكفي لإقناع المشكّكين بأنّ داروين كان مُحقًّا بالنهاية؟ بالتأكيد لا ؛ لأنّ داروين سيذكر بالتأكيد مثل ذلك الاكتشاف الحاسم، لكن إن لم يكن العلم بحدّ ذاته سبب هذا التغيّر، فما السبب؟

سواء بقصد أو بغير قصد، يكشف داروين هنا أنّ **ضغط الأقران** يشكّل جزءًا من العلم، وهو أمر يجري وراء الكواليس حيث تتنافس الاهتمامات العلمية المختلفة ضدّ بعضها على النفوذ. إن كان عدم تأييد الخبراء لداروين في بداية ستينيّات القرن التاسع عصر حقيقة تاريخية جليّة، فلماذا قابله أقرانه «بكثير من الاستهجان» لقوله ذلك؟ ثم أصبح الحال كما لو أنّ زملاءه أرادوا محو كلّ ما ذكر عن مُعارضته من السجلات بعد أن تلاشت مُعارضته. فقد قاوم داروين الضغط المفروض عليه في تلك الحالة، لكن ماذا لو أنّ آخرين، ربّما حتّى تحت ضغط أكبر، كانوا أقل قدرة منه على المقاومة؟ ربّما العجز السابق لدى بعض العلماء عن التعبير عن دعمهم لنظرية داروين ـ الصمت والغموض في التعبير الذي أشار إليه داروين ـ كان نتيجة لضغط الأقران كذلك؟ إن كان الأمر كذلك، عندها قد يكون التغيّر المفاجئ في تأييد داروين أشبه بتغيّر في النفوذ وليس تغيّر في العقول، تغيّر مفاجئ في اتّجاه التيّار؟

لدينا أسباب وجيهة للتفكير بهذا الاحتمال. السؤال عمّا يتحكّم بالتيار ـ لماذا يجري بهذا الاتجاه وليس بغيره، ولماذا يتغيّر ـ وهو سؤال مهم بكلّ ما يشتمل عليه الآن كما كان مهمًّا في السابق. فلئن كان علماء الماضي يتأثرون بالعوامل البشرية بقدر تأثرهم بالبيانات، ألن ينطبق ذلك على علماء اليوم على حدٍّ سواء؟ وإن كان هذا صحيحًا، فماذا يعني بالنسبة للعلوم المتلقاة في حاضرنا، والتي تبدو الفكرة التطوّرية الفكرة الوحيدة الجديرة بأن تؤخذ على نحو جادّ؟

إننا وأثناء تفكيرنا بشكل معمق في كيفية عمل العلم، سندرك أنّ أولئك القلائل الذين يُعارضون التيار هم الذين يجب مراقبتهم.

المعارضون الأبطال

لحسن الحظ لا يخلو جيل من مجموعة من المتمردين المجبرين على ذلك، فيتدفّق تيار معاكس من الحرج على تلك التمردات بأمواج منعشة. من أجمل الأمثلة التي صادفتها لذلك رجل يُدعى توماس نيغل (Thomas Nagel)، أستاذ في الفلسفة في جامعة نيويورك. وهو مُلحد استثنائي للغاية، ومؤلّف الكتاب المثير للجدل **العقل والكون: لماذا التصوّر الداروينى الحديث المادي للطبيعة يكاد يكون خاطئًا تمامًا**[(١)]

نبدأ بخلفية عامة عن الموضوع، كانت الراية التي رفرفت لأجيالٍ عديدة على أكاديمية التعليم العالي رايةٌ لمدرسة فكرية واسعة تسمى المادية (*materialism*)[(٢)] المقصد هنا ليس المصطلح الشائع (أي: الهوس بالسيارات المبهرة أو الملابس باهظة الثمن)؛ بل رؤية أنّ **المادة** ـ المواد الفيزيائية ـ تشكّل الأساس لكلّ شيء حقيقي. حتّى وإن لم يستعمل الملحدون هذا المصطلح، إلا أنّهم يميلون لتأييد الرؤية المادية للواقع، والاعتقاد بأنّ الإلٰه ناتج عن المخيّلة البشرية، والتي يعتقدون أنّها نتيجة للتطوّر المادي. أما المؤمنون فهم من جهة أخرى بعكس ذلك، يعتقدون أنّ الكون المادي أتى للوُجود بفعل الإله، وأن الإلٰه كائن غير مادي. تقبل كلا وجهتي النظر حقيقة العالم المادي، ولكن إحداهما تراها الحقيقة **الوحيدة** بينما الأخرى لا ترى ذلك.

---

(١) Thomas Nagel, Mind and Cosmos: Why the Materialist Neo-Darwinian Conception of Nature Is Almost Certainly False (Oxford: Oxford Univ. Press, 2012).

(٢) نجد علامات واضحة بأنّ أيام راية أتباع المذهب المادّي باتت معدودة، ونقلًا عن روبرت كونز (Robert Koons)، من جامعة تكساس في أوستين، وجورج بيلر (George Bealer) من جامعة ييل: «المادّية في تضاؤل لعددٍ من الأسباب الهامة، من بينها العدد دائم التزايد من الفلاسفة كبار الذين يرفضون المادّية أو على الأقل يبطنون تعاطفًا قويًا مع الآراء المُضادة للمادّية». تحرير: س. كونس (C. Koons)، وجورج بيلر (George Bealer). مقدّمة كتاب انحسار المادّية (*The Waning of Materialism*)، (Oxford: Oxford Univ. Press, 2010).

كلمتان تستحقان التذكر

المادية materialism: الاعتقاد بأنّ الأشياء المادية الفيزيائية تشكّل أساس كل ما هو حقيقي.

العلموية scientism: الاعتقاد بأنّ العلم هو المصدر الموثوق الوحيد للحقيقة.

قد يعتقد مؤيّدو كُلٍّ من الطرفين أنّ الحوار البنّاء ميؤوس منه؛ لأنّ كِلَا الطرفين سقطا فريسة التفكير الرغبوي، لكني أجد عمليًا أنّ الملحدين أكثر ميلًا نحو ذلك. لدى الملحدين ميل ملحوظ نحو **العلموية** (*scientism*)، وهي الاعتقاد بأنّ العلم هو المصدر الموثوق الوحيد للحقيقة. فمن المفهوم تمامًا أنّ الإيمان بالإله قد يبدو لهم مثل التفكير الرغبوي، كما لو أنّ أهل الإيمان تركوا قلوبهم تسيطر على عقولهم. رغم أنّ أهل الإيمان القويّ (وأنا منهم) يعلمون أنّ ذلك اعتقاد خاطئ، ففهمنا الشمولي للمعتقد والسلوك البشري يتضمّن القلب بالتأكيد، لكن إلى جانب العقل. نعترف تمامًا أنّ العاطفة قد تعترض طريق التفكير الواضح، لكن بما أنّنا نرى ذلك حالة عامة جدًّا في البشرية، فلن نعرض ذلك كنقطة ضعف خاصة في الإلحاد، كما يقول كثير من الملحدين بأنّها نقطة ضعف خاصة بالإيمان.

بالعودة إلى توماس نيغل، كما قد تكون توقّعت من عنوان كتابه، فهو ليس ذلك الملحد النمطي. والأهم من ذلك أنّه يرفض بصراحة العلموية المبسّطة التي لا يزال كثير من المُلحدين متعلقين بها؛ فإلحاده مدفوع بإيمان، وليس خائفًا من قول ذلك:

«أريد أن يكون الإلحاد صحيحًا، ولا يطمئنني واقع أنّ بعض أكثر الناس ذكاءً واطلاعًا ممّن أعرفهم هم مؤمنون متديّنون. الأمر ليس ببساطة أنّني لا أؤمن بالإله وآمل بطبيعة الحال أن أكون على حق في اعتقادي، الأمر هو أنّني آمل أنّ لا يكون الإله موجودًا! لا أريد أن يكون الإله موجودًا؛ لا أريد أن يكون الكون كذلك.

أظن أن مشكلة السلطة الكونية ليست حالة نادرة وهي مسؤولة عن كثير من العلموية والاختزالية (reductionism) في زمننا، ومن النزعات التي

تدعمها هي الاستعمال المُفرط والمُضحك للبيولوجيا التطوّرية لتفسير كلّ شيء عن الحياة، ومن ضمنها كلّ شيء عن العقل البشري»[1]

كفيلسوف عقلاني من الدرجة الأولى، يغيّر نيغل المناظرة فعليًّا بهذه النسخة الصريحة من الإلحاد، وعلى ضوء هذا المثال، فَقَد الملحدون المفكّرون ميّزة افتراض أنّ رؤيتهم الكونية صالحة بشكل ما، وذلك بأنّ الجزيئات الميّتة كوّنت بطريقةٍ ما حياةً بسيطة، وتلك الحياة البسيطة كوّنتنا نحن بطريقةٍ ما رغم جميع الصعوبات الظاهرة. كما فقدوا ميّزة رفض أيّ حُجّة تقام ضدّ الإلحاد بدعوى تحيزها إلى الدين. من ناحية أخرى لم يعد بمقدور المؤمنين المفكّرين أن يفترضوا بأنّ الإلحاد يكنّ الاحتقار للإيمان بالضرورة.

نيغل دليل حيّ بأنّ حرج الأمانة المجرّدة لا يقارن بمثوبة الانخراط جديًّا في المسائل ذات الأهمية البالغة لنا، وهو مبدأ سيفيدنا كثيرًا مع بدئنا بالرحلة معًا. لا تحتاج لتدريب خاص للمُشاركة بهذه الرحلة، فكلّ ما تحتاجه هو جرعة سليمة من الفضول، وتحمّل سليم لنوع جيّد من الحرج، وهو من النوع النابع من تحدّي الادعاءات التي ينبغي مواجهتها.

السؤال الكبير

نعاود مرة أخرى طرح ذلك السؤال الكبير عن أصلنا، وهو السؤال الذي يوحّدنا ليس لأنّنا نتفق على الإجابة بل لأننا يجب أن نتفق جميعًا على أهميّة العثور على الإجابة. تَصَدَّر هذا السؤال عبر التاريخ عقول الناس الباحثين عن الفهم: **ما هو المصدر الذي أتى منه كلّ شيء آخر؟** أو لتقريب الأمر: لأيّ شيء أو لمن يعود الفضل في وجودنا؟ يجب أن يكون هذا السؤال نقطة البداية للناس المهتمين بأمر الحياة، العلماء وغير العلماء على قدم سواء. لن ننعم بالراحة دون الإجابة؛ لأنّ كلّ ما هو مُهمّ يعتمد عليها بالتأكيد. لنعرف من أين جاء كلّ شيء علينا معرفة من أين أتينا نحن، وسؤال من أين أتينا

---

(١) Thomas Nagel, *The Last Word* (Oxford: Oxford Univ. Press, 1997), 130-31.

يتعلق تمامًا بمن نحن، وسؤال من نحن يتعلق تمامًا بكيف يتوجّب علينا أن نعيش.

السؤال الكبير لأيّ شيء أو لمن يعود الفضل في وجودنا؟

إن جرى كلّ شيء على ما يرام، ستوصلنا رحلتنا في هذا الكتاب إلى الإجابة، وسنعلم أنّنا وصلنا عندما نحظى بالإجابة التي لن تبدو كالحقيقة فحسب؛ بل ستميّز نفسها أيضًا بأنّها الإجابة **الوحيدة** التي يبدو أنها الحقيقة، دون أن يكون هنالك بالتأكيد أي بديل آخر جدير بالثقة.

من المفيد أن يكون لدينا خريطة لرحلتنا في البداية. لا أهدف في الفصول الأربعة القادمة إلى الإجابة عن السؤال الكبير؛ بل عوضًا عن ذلك سأعرض أين يفترض بنا أن نبحث عن الإجابة. سيقدّم لنا **الفصل الثاني** الحَدْس الذي يُوَلِّد الصراع الداخلي فينا جميعًا بمعارضته ادّعاءات داروين. إنّ حَدْس التصميم كما سنسمّيه هو نفس الحَدْس الذي أراد كريك منّا كبته. سيكون **الفصلين الثالث والرابع** عبارة عن شرح قصير لدروس غير متوقّعة تعلمتها أثناء السعي وراء حلٍّ علمي لهذا الصراع الداخلي. لم تكن تلك الدروس عن البروتينات التي كنت أدرسها؛ بل عن الناس الذين تفاعلت معهم في ذلك المشوار العلمي؛ بل عن الناس عمومًا. ومع هذه الدروس في متناول اليد، سنرى في **الفصل الخامس** أنّ الإجابة التي نسعى وراءها لا يُعثر عليها في العلم الاختصاصي بل في أمر مألوف جدًّا، في شيء أسمّيه العلم العام أو العلم الشائع (*common science*). سيكون هناك كثير من النظرات الخاطفة على العلوم الاختصاصية عبر مسيرنا، لكن ستعرض جميعها بأسلوب غير اختصاصي. وسنرى أنّ إتقان الأمور الاختصاصية ليس مطلوبًا أبدًا لكي نعلم الإجابة عن السؤال الكبير؛ فالعلم العام سيكون كافيًا تمامًا.

أما القسم الثاني من الكتاب ـ الفصول من السادس إلى التاسع ـ فستشكل رحلة تستعرض فيها الجوانب الهامة من العلم العام؛ فالغاية من **الفصل السادس** تقديم فهم أفضل عن ماهية الحياة وما ليس كذلك، وهذا

سَيَثبُت فائدته مع تقدّمنا نحو مسألة من أين جاءت الحياة. وسيكون **الفصل السابع** تفنيدًا بوساطة العلم العام للفكرة القائلة بأنّ الانتخاب الطبيعي يفسّر كيف ظهرت الحياة إلى الوجود بأشكالها المذهلة التي لا تحصى.

ومع استبعاد الانتخاب الطبيعي، سيكون **الفصل الثامن** استكشافًا للبحث، موضّحًا أنّ كثيرًا من الابتكارات المطلوبة لتطور أشكال الحياة الجديدة يفترض أنّها وُجدت مصادفة. وسيُنهي **الفصل التاسع** هذا القسم بعرض لماذا لا يمكن حدوث هذه الابتكارات فعليًّا بهذه الطريقة، وسينتهي المطاف بتأكيد الحَدْس الذي أراد كريك منّا أن نكبته.

لكن كلّ ذلك يُخبرنا فقط بما لا يصح أن يكون جوابًا على سؤالنا، وللوصول لفهم يرضينا عن ماهية الإجابة سيتطلّب ذلك منّا مُتابعة رحلتنا إلى نقطة أبعد. سنعيد في **الفصل العاشر** مراجعة سؤال ما هي الحياة، لكن بعرضها هذه المرة عبر منظور الابتكار. وسيمثل **الفصلان التاليان الحادي عشر والثاني عشر** تمحيصًا للحقيقة، أولًا بالتفكير مليًّا إن كنّا غفلنا عن أيّ شيء برفض التفسير التطوّري للحياة، وبعدها بطرح السؤال إن كان دفاع المجتمع العلمي عن التطوّر يظهر أكثر باعتباره «شيئًا علميًّا» أو «شيئًا ثقافيًّا». أخيرًا يختتم **الفصلين الثالث عشر والرابع عشر** رحلتنا. وسنختبر فيهما طبيعة الحياة والإنسانية بعمق أكبر ـ مما يؤدي لصورة واضحة لماهية الإجابة عن السؤال الكبير ـ وبعدها أقدّم لمحة لما آمل أن تبدو عليه البيولوجيا في المستقبل القريب، من بعد أن ينضمّ إلينا عدد كبير من الناس في هذه الرحلة.

الفصل الثاني

الصراع الداخلي

بعد فترةٍ ليست بالطويلة من تحدّي تلك الافتراضات المضمرة في ذاك السؤال الوارد في الامتحان في معهد كالتِك، شعرت في مُحاضرة للكيمياء الحيوية عام ١٩٨٦م بلحظة تجلي غيّرت مستقبلي المهني. تعلّمت قبل ذلك كطالب هندسة في جامعة بيركلي عن شيء يُسمّى دائرة التغذية الراجعة (*feedback loop*)، والفكرة الأساسية فيها بسيطة، رغم الحاجة غالبًا لقدر كبير من الإبداع لتطبيقها بفاعلية. لنأخذ مثالًا مألوفًا: منظّم الحرارة المُستعمل في ضبط درجة حرارة المنزل. تؤثر عوامل مثل الطقس في الخارج أو طهي طعام داخل المنزل غالبًا ضدّ هدفك بحفظ درجة حرارة المنزل ضمن نطاق مريح، تكمن وظيفة منظّم الحرارة في مُعاكسة تلك الاضطرابات وتحييدها بقياس درجة الحرارة داخل المنزل باستمرار وتشغيل التدفئة أو التكييف حسب الحاجة، حيث تُستعمل درجة الحرارة كمعلومة بالزمن الحقيقي (تغذية راجعة) لدى صانع قرار آلي (منظّم الحرارة) لضبط الشيء المُقاس؛ أي: درجة الحرارة.

رغم البساطة التي تبدو عليها هذه الفكرة، فإن الأمر يصبح أكثر تعقيدًا حين يتطلب الأمر ضبط عمليات نشطة ومعقدة للغاية. وبحكم معرفتي بأنّ الكيمياء التي تحدث داخل الخلايا النامية تتصف بالنشاط والتعقيد الشديدين، ذُهلت حين شرح أستاذي في الكيمياء الحيوية تميز وأناقة صُنّاع القرار الآليين العاملين على مستوى المقياس الجزيئي لحفظ المواد الكيميائية المختلفة للحياة ضمن مُستويات صحيحة! كان الرابط مع الهندسة واضحًا ومدهشًا وغمرني بسعادة دفعتني للشعور أنه يستحق ضحكة عالية.

وكأنّ الأستاذ قد تنبأ بردة فعلي فسارع إلى عزو صنّاع القرار الجزيئيين المبدعين هؤلاء إلى عمليّات تطوّرية غير موجّهة. كانت رسالته واضحة: مهما كانت نظم التحكم الجزيئية هذه مدهشة، فيجب ألّا تعدّ أكثر من مجرّد حوادث طبيعية، مثل كلّ شيء آخر في البيولوجيا.

ماذا!

لم أصدّقه، وعلى أي حال، علمت بحدسي عدم وجود سلسلة من الحوادث يمكن أن تكون بهذا الذكاء. شعرتُ بنفس الوقت بثقل السلطة العلمية المؤيّدة لتفسيره والمعارضة لتفسيري. لاحظ أنّني أستعمل هنا كلمة سُلطة وليس دليل، فقد كان هو الأستاذ بينما كنت الطالب. كان بإمكانه ملء الغرفة بزملاء متميّزين ممّن يوافقون وجهة نظره، بينما لا أعرف حتّى أيًّا من الطلاب الذين يوافقونني الرأي. رغم كلّ الادعاءات التي سمعتها في المُحاضرات وقرأتها في الكتب الدراسية عن القدرة الإبداعية للعمليات التطوّرية الداروينية، لم أجد أساسًا علميًّا مُقنعًا لهذه الادعاءات. فعلى حدّ علمي لم يبين أحد كيف يمكن أن تكون الأشياء المذهلة في الحياة ابتكارات تصادفية وليست ابتكارات متعمّدة.

كنتُ على دراية طبعًا بجبل الكتب والأوراق البحثية الاختصاصية التي فُسّرت فيها حقائق البيولوجيا عبر منظور التطوّر، وعرفت أنّ كثيرًا من الناس يعدّون هذا القدر الضخم من الأدبيّات هو الدليل الموثّق الذي كنت أسعى إليه.

لكني رأيت هذا الجبل فقط مؤكدًا (إن كنّا بحاجة أصلًا لتأكيد) على هيمنة المنظور التطوّري في سائر علوم الحياة. بالنهاية هنالك أفكارٌ اكتسبت عددًا لا يُحصى من الأتباع وأنتجت أكوامًا من الكتب، ولكن لا أحد تصل به السذاجة إلى اعتقاد ضرورة صحة جميع تلك الأفكار. كلّا، كنت أسعى لدليل من نوع آخر، من النوع القادر على إقناع الناس ممّن لم يوافقوا في الأصل على هذه النظرية. لم يبدو أيّ شيء في ذلك الجبل من الأدبيّات التطوّرية يمثل شيئًا من ذلك، إذ لم يأخذ أيّ منها آراء المشكّكين بداروين على محمل الجدّ، لقد أدركت ذلك لأنّني كنت واحدًا منهم.

ولأني مُشكّك بداروين، فقد بدأت التخطيط للقيام بالعمل بنفسي، ورغم استعدادي لتقبّل خطأي، كان لدي حَدْسٌ قوي بأنّ نتائج هذا العمل ستعاكس تيار الإجماع العلمي، وإذا كان اتجاه التيار قد تغيّر فيما سبق، فمن الممكن أن يتغير مرة أخرى. كنتُ مدركًا بأن الأمر محتفٌّ بالأخطار، ولكنّ دافعي للمواصلة كان قويًا جدًّا لدرجة لا تسمح لي بتجاهله. لا بد من التوصّل إلى حلٍّ للتناقض المقلق بين ما يخبرني به صوت الإجماع العلمي وما يخبرني به صوت حَدْسي الداخلي (الصراع الداخلي)، وهذا بالضبط ما شرعتُ بفعله.

مع ذلك فقد خططت لأمرٍ أكبر في هذا الكتاب لأني آمل أن أصل فيه لحلّ ذات الصراع من أجلك، فهو موجود لدينا جميعًا بدرجةٍ ما، ونشترك فيه بقدر ما نشترك في حدْس أنّ الحياة لا يمكن لها أن تكون صدفة، وبالنسبة لنا جميعًا، الفهم هو ما سيزيل هذا التناقض، لكن قد يكون الفهم الاختصاصي مُربكًا لكثير منّا، لذا بينما سأعرض نظرات خاطفة لما أعدّه علمًا اختصاصيًّا هامًّا لا غنى عنه، لن أحوّل هذا الكتاب إلى مُحاضرة علمية؛ بل سيكون العلم العام هو الخيط الذي يمسك كلّ الأجزاء مع بعضها.

لتجهيز أنفسنا لذلك، سنبدأ بتجربة في المطبخ عوضًا عن المختبر.

البدء بالحساء

اكتشف فريق من الباحثين في علوم الطبخ مؤخرًا حساءً جديدًا وثوريًّا يُسمّونه حساء الوحي، في إشارة إلى النبوءات (الوحي الغامض) التي كان يلتمسها اليونانيّون القدماء من آلهتهم. عُرف هذا الحساء في زمن هوميروس، وكان يُعزى بالتأكيد لإلٰه قوي. يبدو هذا الحساء تمامًا كحساء من الحروف الأبجدية ـ مَرق خفيف مع قليل من الباستا بشكل حروف وأرقام تطفو في الطبق ـ ولكنّ «حساء الآلهة» هذا يتميّز بما يمكنه أن يفعل، كما توضّح هذه الوصفة التجريبية:

١ ـ املأ قدرًا كبيرًا بحساء الوحي.

٢ ـ غطّ القدر، وسخّن الحساء حتى الغليان.

٣ ـ ارفع القدر عن النار، ودع الحساء يبرد.

٤ ـ ارفع الغطاء فتجد تعليمات كاملة لبناء شيء جديد ومفيد، يستحق الحصول على براءة اختراع، وكلّ ذلك يمكن قراءته من خلال حروف الباستا.

٥ ـ كرّر الخطوات من الخطوة ٢ قدر ما تشاء.

بالطبع لن تصدّق كلمة من ذلك، وهذا مقصدي تمامًا. فهي في الحقيقة مجرد تجربة في السرد القصصي وليست تجربة مطبخية، وقد كنتَ أنت موضوع التجربة (آسف على ذلك)، ولكن أريد منك الآن أن تفحص النتيجة. ماذا لاحظت؟ في غضون لحظة أو اثنتين قرّرت أنت وأي شخص آخر يقرأ القصة بثقة تامّة أنّ حساء الوحي لا يمكن أن يكون حقيقيًّا.

مما يُثير الاهتمام مع ذلك أنّه رغم يقيننا الجماعي بهذه المسألة، يجد معظمنا صعوبة في تفسير كيف نعلم أنّ حساء الوحي ليس حقيقيًّا. حيث لا تتجاوز معظم تفسيراتنا إعادة صياغة ليقيننا بأنّ الحساء ببساطة لا يمكنه فعل تلك الأشياء. يرضى الأطفال بهذه التأكيدات، ولكن بالتأكيد يجب على البالغين فعل ما هو أفضل. فما الذي يجعلنا متأكدين تمامًا أنّ حساء الوحي ليس حقيقيًّا؟

لنطرح سؤالًا آخر ذو صلة بهذا السؤال: كيف يمكننا معرفة إن كان حساء الوحي حقيقيًّا؟ إن فكّرنا للحظة في ذلك، فأظن أنّنا نتفق على عدم وجود تفاسير عادية بسيطة تلاؤم شيئًا بهذه الاستثنائية. فإن كان هذا صحيحًا، فكيف يمكن ألا يحرّض التفسير التطوّري للحياة نفس التشكيك؟ تبعًا لداروين، يدين كلّ شكلٍ من أشكال الحياة بوُجوده لتتابع طويل من الصُّدَف، أخطاء صغيرة كالتي تحدث من حين لآخر، وإن أراد شخص نظرة أكثر سموًّا للحياة يمكنه أن يعزو هذه الصّدف لله إن رغب بذلك، ولكن تكمن فكرة داروين، والتي يدافع عنها خبراء البيولوجيا التطوّرية في الوقت الحاضر، في أنّه ما من أحد عليه فعل ذلك. حيث يبدو أنّ فرشاة الانتخاب الطبيعي قد انتقت بإتقان درجات الألوان من على لوح التلوين المؤلف من الطفرات الجينية وطبّقتها على لوحة الحياة، ولا حاجة للتفكير أبدًا بشخص وجّه

الفرشاة بيده. قد نؤمن كذلك بأنّ الإلٰه يوجّه كلّ قطرة مطر أثناء سقوطها على الأرض. لكن الحقيقة أنّ قطرات المطر تتشكّل وتسقط تبعًا لقوانين فيزيائية معيّنة ومعروفة، لذلك تجدنا مطمئنين إلى هذا التفسير، ونترك الأمر عند هذا الحد. وكما يحدث المطر، تحدث الحياة.

ينزل المطر من السحب، بينما جاءت الحياة، تبعًا لتخمين داروين، بالأصل من حساء. ليس من حساء الوحي بل من حساء **بدائي** (*primordial*)، «البركة الصغيرة الدافئة» التي وصفها في رسالة لصديقه جوزيف هوكر (Joseph Hooker) عام ١٨٧١م[١] لكن إن كانت ادّعاءاتي عن حساء الوحي مريبة جدًّا، فمن الصعب أن نرى كيف يمكن ألا تثير ادّعاءات داروين عن الحساء البدائي شكًّا مُشابهًا. فالإيمان بالحساء البدائي هو بالنهاية إيمان بأنّ بركة من المياه المعدنية أطلقت سير عملية لم تنتج في النهاية التعليمات الجينية التي يحملها كلّ شكلٍ من الحياة على كوكب الأرض فحسب؛ بل أيضًا مُعجزات لا تعدّ ولا تحصى تتجاوز مجرّد التعليمات؛ كالعجائب النشطة حقًّا، مثل الأدمغة والعيون المركبة والنظم المناعية التكيّفية والآلات الجزيئية غير المرئية بالمجهر، وهذه بعض الأمثلة فقط.

بعبارة أخرى، الملمح الأبرز في الداروينية ليس أنّها تنسب لنفسها الفضل في تفسير أشياء مذهلة جدًّا بحيث أن عظمتها تبدو بلا تفسير؛ بل أنّ التفسير المقدّم يبدو متواضعًا جدًّا بالنسبة لتلك المهمة. إنّ قصة حساء الوحي شاذّة فقط في الجانب الأول، ورغم ذلك، كان ذلك كافيًا لصرف النظر عنها. وسيستمر شكّنا بالتأكيد حتّى إن شهدنا إيضاحًا لحساء الوحي أثناء عمله؛ لأنّنا سنجد أنّه من الأسهل رفض الإيضاح باعتباره خدعة ذكية عوضًا عن قبول فكرة القوى السحرية المؤثرة في الحساء. فقط في حالة إن تمكّن حساء الوحي

---

(١) في رسالة من داروين إلى جوزيف هوكر عام ١٨٧١م كما وثّقت في حاشية كتاب حياة ورسائل تشارلز داروين، متضمّنًا فصلًا لسيرته الذاتية:

The Life and Letters of Charles Darwin, Including an Autobiographical Chapter, ed. Francis Darwin, vol. 3 (London: John Murray, 1887), 18.

من مواجهة جميع مُحاولات الخبراء المشكّكين لفضحه، نقبل على مضض فكرة وجود قوة سحرية مؤثرة بحق تجمع الرسائل بعناية من حروف الباستا. الحق أنه من الصعب تخيّل أنفسنا نوافق على مثل هذا الدليل، لكن ما هو مؤكد فعلًا أنّنا لن نقبل الأسباب الاعتيادية في الفيزياء والصدف كتفسيرات، بسبب القصور الواضح لهذه الأسباب.

وأود التوضيح هنا بأني لا أشير إلى أنّ بطلان حساء الوحي يبرّر رفض قصة الحساء البدائي، فهنالك اختلافات واضحة بين الحسائين، والتي سندرسها في الوقت المناسب. أما في الوقت الحالي، فأقول ببساطة بما أنّنا نطبّق ذات الحَدْس على جميع تفسيرات الأحداث الفريدة، لا يجب أن نتفاجأ بأنّ قصة التطوّر تبدو مُعاكسة للحَدْس أحيانًا، حتّى بالنسبة لمن يقبل بها.

وصفت أستاذة علم النفس في جامعة بيركلي آليسون غوبنِك ما يُسبّبه ذلك من تحدّي لمُدرّسي التطوّر في عمود حديثٍ في مجلّة وول ستريت جورنال (*Wall Street Journal*) حيث كتبت: «يبدأ الأطفال بعمر الدراسة الابتدائية باستحضار مُصمّم مطلق شبيه بالإله لتفسير تعقيد العالم من حولهم، حتّى لو تربّى الأطفال كمُلحدين»[١]؛ بل لقد اكتشفت ديبورا كيليمين (Deborah Kelemen)، الأستاذة في علم النفس في جامعة بوسطن، أنّه حتّى العلماء المدرَّبين جيّدًا عاجزين عن تحرير أنفسهم من الانطباع الفِطري بوُجود غاية كامنة وراء العالم الحي. فنقلًا عنها تقول: «رغم أنّ التدريب العلمي المتقدّم يمكنه تقليل قبول التفسيرات الغائية الخاطئة علميًّا، إلا أنّه لا يمحي الميل البشري الناشئ باكرًا لإيجاد غاية في الطبيعة»[٢] لا نعلم بعد إن كانت افتراضاتها المادية بعدم وجود غاية ستصمد أمام الفحص الدقيق ولكنّ ملاحظتها تؤكّد بوضوح شمولية وقوّة حَدْس التصميم.

---

(١) Alison Gopnik, "See Jane Evolve: Picture Books Explain Darwin," Mind and Matter, *Wall Street Journal,* April 18, 2014, http://online.wsj.com/news/articles/SB10001424052702304311204579505574046805070.

(٢) التفسير الغائي (teleologic) هو التفسير المبني على الغاية أو الهدف. مصدر الاقتباس:
Art Jahnke, "The Natural Design Default: Why Even the Best-Trained Scientists Should Think Twice," *Bostonia,* Winter/Spring 2013, www.bu.edu/bostonia/winter-spring13/the-natural-design-default/.

حَدْس التصميم الشامل

أدرك باعتباري عالمًا ضرورة أن أكون حذرًا هنا؛ فالحَدْس من الأمور المراوغة التي يصعب تقديم تفسير مُباشر لها، ناهيك عن تفسير عامٍّ لكل البشرية. لكن لحسن الحظ فيمكننا المتابعة بشيء أكثر بساطة، حيث سأقدّم بعد قليلٍ تفسيرًا معقولًا لكيفية الحكم سريعًا باستحالة تفسير بعض النتائج بالصدفة، ولا يهم الطريقة التي أستخدمها ما دامت هذه الطريقة تثبت استنتاجاتنا.

فغايتنا معرفة إن كان الحَدْس الذي يجعلنا نشكّ بنظرية داروين صحيحًا. إن كانت الإجابة بنعم، وهو ما ستؤكّده رحلتي كما أعتقد، فعندها ستقع نظرية داروين في مأزق، بغض النظر إن كان لدينا تفسيرٌ مُرضٍ بالكامل لكيفية عمل الحَدْس أم لا.

أعتقد أنّ الحَدْس الذي يدفعنا لإدراك أن أشياء معيّنة ناتجة عن غاية مقصودة قريبة من فكرة أنّ بعض الأمور تبدو رائعة جدًّا لتكون حقيقية. هذا التعبير لا يعني أنّ الأشياء الرائعة لا تحدث بل أنّ أشياءً معيّنة لا تحدث بلا سبب، ولم تأتي أبدًا من هباء، فلا تحدث إلا إن جعلها أحد ما تحدث. نطبّق هذه البصيرة على سبيل المثال على حيل وخدع «الربح السريع»؛ لأنّها تصوّر النجاح المالي كأنّه لا يحتاج لأيّة مهارة أو جهد، بينما نعلم بالخبرة غير ذلك. يشير هذا المثال إلى قاعدة شاملة للحكم بما يمكن وما لا يمكن أن يُعزى لمعاملات الصدفة، والتي سأصيغها كالتالي:

حَدْس التصميم الشامل: لا يمكن إنجاز المهام التي تحتاج إلى معرفة لإنجازها إلا على يد من لديه تلك المعرفة.

أو بعبارة أخرى، عندما نعتقد أنّنا عاجزون عن إنجاز نتيجة مُفيدة مُعيّنة دون تعلّم كيفية إنجازها، نحكم بأن تلك النتيجة يتعذر حدوثها بالصدفة.

وأقول مرة أخرى لا يهمنا ما يلي ذلك، إن وجدت طريقة معيارية واحدة للتوصّل لتلك الأحكام أم أكثر، وليس علينا حتّى أن نقرّر إن كانت القاعدة

صحيحة كما ذكرت. إنما تكمن النقطة الهامة في الوقت الراهن في أن نتوصل جميعًا لتلك الأحكام نفسها، بالإجماع غالبًا، وأنّ هذه القاعدة تلاؤم هذه الأحكام إلى حدٍّ معقول. أستعمل مُصطلح حَدْس التصميم الشامل - أو اختصارًا حَدْس التصميم - للإشارة لهذه المَلَكة البشرية الشائعة التي تدفعنا للحَدْس بالتصميم.

كلما تقدمنا في الكتاب، سيتضح أن هنالك شيئًا أكثر طموحًا في ذهني. وأسعى لأثبت أنّ حَدْس التصميم الشامل يكون موثوقًا عندما يُستعمل بالصورة الصحيحة، وأنّه فضلًا عن ذلك يُقدّم دحضًا متينًا لتفسير داروين للحياة. سيكون علينا التفكير فيما وراء حَدْسنا المألوف للوصول إلى تلك النتيجة، لكن ستبقى نقاط مرجعية مألوفة على مرأى البصر خلال الرحلة. إن كان من الممكن الوصول للوُجهة بهذا الطريق، وأنا واثق من ذلك، ستكون قادرًا تمامًا عند الوُصول إليها لإرشاد الآخرين إلى نفس المسار.

حَدْس التصميم بسيط جدًّا. هل تستطيع تحضير عجّة البيض؟ هل تستطيع زرّ القميص؟ هل تستطيع تغليف هديّة؟ هل تستطيع ترتيب ملاءة السرير؟ إنّ هذه المهام مهام اعتيادية لا نوليها اهتمامًا كبيرًا، ومع ذلك لم نولد بالقدرة على فعلها؛ بل حدث معظم التدريب المكتسب لإنجاز هذه المهام باكرًا جدًّا في حياتنا لحدّ عجزنا عن تذكّره، وما علينا فقط إلا تأمّل طفل صغير لا يزال في سنوات التدريب لنتذكّر أنّ ذلك كلّه كان نتيجة للتعليم. سواء تعلّمنا هذه المهارات بأنفسنا أو علّمنا إيّاها آخرون، تكمن الفكرة في أنّ المعرفة يجب أن تكتسب على شكل خبرة عملية. وتثبت لنا الخبرة اليومية باستمرار أنّه حتّى المهام البسيطة مثل المهام السابقة لا تنجز ذاتها أبدًا. إن لم يُحضّر أحد الفطور، فعندها لن يُحضَّر الفطور. وكذلك التنظيف بعد الفطور، وترتيب السرير وغير ذلك.

بالتأكيد هذا ليس بالشيء الجديد، حيث تمكّن فلوطرخس **(Plutarch)** المؤرّخ اليوناني من القرن الأول، من فهم حَدْس التصميم الشامل بدقة في مقالة تسمّى «الحظ Fortune» (بمعنى: **الصدفة** *chance*):

«لكن هل يُمكن لتلك الأشياء الأكثر أهمية وجوهرية للسعادة ألا تستدعي الذكاء، أو أي جزءٍ من عمليّات المنطق والتدبر؟ لا أحد يُبلّل الصلصال بالماء ويتركه، مُفترضًا أنّه بالصدفة ومن غير قصد سيصبح طوبًا، ولا يفترض أحدٌ أيضًا إذا زوّد نفسه بالصوف والجلد وجلس يُصلّي من أجل حدوث الصدفة أنها ستتحوّل إلى رداء وحذاء له»[1]

تبعًا لحَدْس التصميم، لا يُمكن صنع الطوب ولا الحذاء إلا بواسطة شخص ما يصنعها. بقدر ما يكون هذا الحَدْس مألوفًا، يتبيّن أنّه ذو مقتضيات هائلة في نشوء الحياة؛ لأنّ الاستثناءات المزعومة كثيفة جدًّا فيه. ويا لها من استثناءات هائلة! لا يُصنع الطوب إلى أن يصنعه أحد (أو في الحاضر، إلى أن يَصنع أحد ما الآلة التي تصنع الطوب)، لكن صُنِعَت أشياء أكثر تعقيدًا مثل اليعسوب والخيول بطريقةٍ ما دون أن يصنعها أحد، هكذا قيل لنا.

إن كنت تعتقد أنّ لهذه الأحجية حلٌّ يحافظ على سلامة البيولوجيا التطوّرية، فإنني آمل في إقناعك بغير ذلك قبل نهاية رحلتنا. ولفتح شهيتك لما هو قادم، تأمّل قليلًا في مقدار التفاوت المذهل في التعقيد. ففي أدنى مقياس التعقيد هنالك كثير من المهام اليومية البسيطة التي لا تحتاج سوى لتفكير ضئيل جدًّا، مثل ترتيب السرير، ولكن نعلم من الخبرة أنّها لن تُنجَز دون أحد يعمل على إنجازها. تلك الأشياء بسيطة للغاية ولا تذهلنا لكن من الواضح أنّها معقدة للغاية حتى تنجزها الصدفة. يبدو أنّ إدراك ذلك يُبرّر حِسّنا بأنّ ما من شيء مذهل يحدث بالصدفة. وإذا ابتعدنا عن مثل هذه الأشياء البسيطة متجهين نحو ذروة التقنية البشرية، مثل الروبوتات وأقمار الاتصالات الصناعية والهواتف الذكية، فإننا ندرك أيضًا أنّها لا يمكن أن تظهر للوجود بالصدفة. وأخيرًا عند أقصى ما يصل إليه مقياس التعقيد نجد العجائب الحقيقية ـ أشياء مثل الطائر الطنّان والدلفين ـ جميعها أحياء، وكلها تتملّص من فهمنا رغم بذل أقصى جهودنا في سبيل ذلك. يحبّ بعض المولعين بالتكنولوجيا التفكير بأنّ

(١) Plutarch, "Fortune," trans. Frank Cole Babbitt, in *Moralia*, vol. 2, *Loeb Classical Library* (Cambridge: Harvard Univ. Press, 1928), 87.

براعة الإنسان ستنتج يومًا ما يُضاهيها، وستحدث أمور جيّدة بالتأكيد نتيجة التصدي لهذا التحدّي. لكن بالنسبة لي، باعتباري مولعًا بالتقنية، تبدو تلك الروائع بعيدة المنال من دون شك.

سأسعى إلى إعطائك معنًى أفضل لما أقصده بذلك لاحقًا في رحلتنا، ولكنّ الخطوة التالية نحو حلّ النزاع الداخلي ستكون بفهم أفضل للماهية الحقيقية للشيء الذي نسمّيه «العِلم». من أجل ذلك سنقلل تركيزنا على الأسئلة العلمية ونركّز أكثر على الثقافة العلمية التي تطرح هذه الأسئلة ضمنها ويجاب عليها.

الفصل الثالث

العلم في العالم الحقيقي

قضيت معظم أوقات فراغي من عام ١٩٨٨م إلى ١٩٩٠م ـ السنوات الأخيرة في الدكتوراه ـ في القراءة عن التطوّر ما أمكنني، عاقدًا العزم على حلّ النزاع بين حَدْس التصميم ونظرية داروين، وأردت معرفة من كان يجدف ضدّ التيار، وتشجّعت عندما عثرت على بعض المُشكّكين المؤثّرين. تحدَّث العديد من هؤلاء المشكّكين في ندوة نُظمَت في فيلادلفيا عام ١٩٦٦م تحت عنوان مثير للدهشة «التحدّيات الرياضية التي تواجه تفسير الداروينية الحديثة للتطوّر»: مارسيل شوتزنبيرغر (Marcel Schützenberger) من جامعة باريس؛ وستانيسلو أولام (Stanislaw Ulam) من المختبر الوطني في لوس ألاموس؛ وموراي إدين (Murray Eden) من معهد (MIT)، وهم أشخاص ليس من السهل تجاهلهم. استعرضت خطاباتهم، التي نُقلت ونشرت في السنة التالية[١]، أفكارًا معروضة بدرجات مختلفة من التمحيص. كانت هذه الأوراق البحثية القصيرة مفتقرة لثقل المشاريع البحثية الكاملة، لكنّها أوضحت بالنسبة لي الحاجة لمثل هذه المشاريع. وكان مجرد وجود علماء جادين يُفكّرون ويعبّرون عن أفكارهم المُضادة للداروينية أمرًا مثيرًا للاهتمام.

ما أقلقني بعض الشيء عدم عقد أيّ لقاء مفيد مثل هذا الاجتماع مرة أخرى في السنوات العشرين ونيّف الممتدة بين تلك الندوة ووقت قراءتي لها، لقد بدا الأمر كما لو أن قطارًا فكريًا ضخمًا لم يُسمح له في إكمال مسيره لسبب ما.

(١) "Mathematical Challenges to the Neo-Darwinian Interpretation of Evolution," *The Wistar Institute Symposium Monograph Number 5*, ed. P. S. Moorhead and M. M. Kaplan (Philadelphia: Wistar Institute Press, 1967).

تحدّت بعض الكتب الجريئة في تلك السنوات قصّة التطوّر على أسس علمية، وأبرزها كتاب مايكل دنتون «التطوّر: نظرية في أزمة» المنشور عام ١٩٨٥م[١]، ولكنّ الغياب الواضح لأيّ لقاء بين العلماء في مؤسسة علمية رسمية لمتابعة هذا النقد لنظرية داروين أوحى لي بأنّ المؤسسة العلمية لم تكن مؤيدة لهذا النقد إطلاقًا، وعلى أي حال، بدا أن ما حدث في فيلادلفيا في نهاية ستينيّات القرن الماضي مُستحيل الحدوث في نهاية الثمانينيّات. زادت هذه المعارضة الغريبة ـ إن صح التعبير ـ اهتمامي بتلك المؤلّفات المعارضة، وبالإضافة إلى الأهمية الفكرية الواضحة للموضوع فقد زاد من حدة حماستي فورة الأدرينالين الناجمة عن التمرد العلمي، المشابهة لفورات الأدرينالين المرافقة للرياضات الخطرة.

عزمت أمري، وفي حال منعتني هذه المعارضة من التعبير عن هدفي بصراحة عند البدء بهذه المسيرة المهنية الخطيرة، فسأبقي هدفي سرّيًا.

تصاميم بالغة الصغر

كان أكثر ما شدني في هذا الكم القليل من المنشورات الاختصاصية المتحدِّية لنظرية داروين عدم إمكانية انتظام الحروف في تسلسلات وظيفية طويلة بالصدفة، وهذا تمامًا ما يدفعنا للشك الكبير في حساء الوحي، الذي كانت الحروف فيه هي الحروف الهجائية، والتسلسلات الوظيفية هي التعليمات المكتوبة. حيث نعلم بالحدس أنّ الترتيب التصادفي لحروف الباستا بشكل تعليمات غير مُحتملٍ بصورة هائلة لدرجة أنه غير ممكن الحدوث.

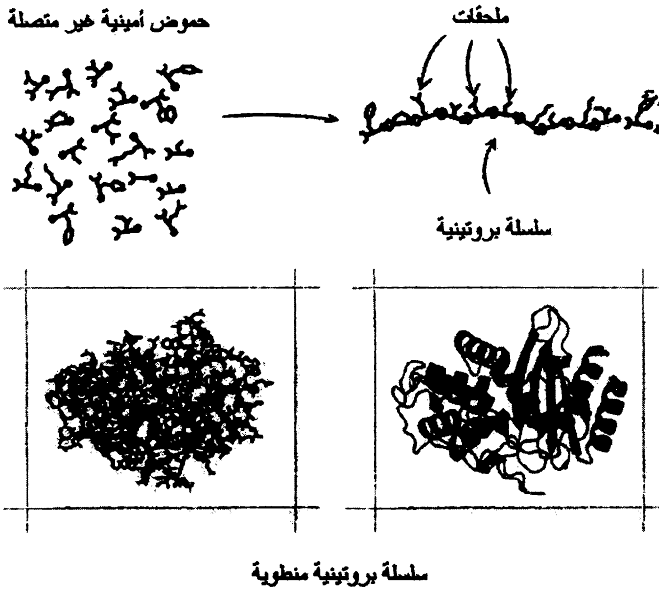
ينطبق ذات الحَدْس ـ حَدْس التصميم ـ على التسلسلات الوظيفية المكوّنة من **أي** نوع من مجموعات الحروف، من الصفر والواحد في رموز الحاسوب إلى الهيروغليفية على حجر رشيد. وتقدم الأسس الجزيئية للحياة مثالين

---

(١) مايكل دنتون، التطور: نظرية في أزمة [ترجم للعربية] Michael Denton, *Evolution: A Theory in Crisis* (London: Burnett Books, 1985). من الكتب الهامة الأخرى أثناء تلك الفترة كتاب C. Thaxton وR. L. Olsen وW. L. Bradley بعنوان لغز أصل الحياة: إعادة تقييم النظريات الحالية *The Mystery of Life's Origin: Reassessing Current Theories* (دالاس: Lewis و1984 ,Stanley) وكتاب A. E. Wilder-Smith بعنوان العلوم الطبيعية جاهلة بالتطوّر *The Natural Sciences Know Nothing of Evolution* (Master Books, 1981).

أساسيّين إضافيين مذهلين هما: التسلسلات الجينية والتسلسلات البروتينية.

ستحدث عن الجينات بعد قليل، أما البروتينات فهي الجزيئات المسؤولة عن معظم النشاطات الخلوية للحياة. كتشبيه تقريبي، إن قارنا الخلية بسيّارة، فإن جزيئات البروتين المفردة ضمن الخلية هي مثل الأجزاء الميكانيكية المفردة في السيارة؛ فالبروتينات بهذه الأهمية للحياة. كلّ جزيء بروتيني عبارة عن سلسلة طويلة من «الحروف» المتصلة التي تسمّى الأحماض الأمينية (*amino acids*)، وهذه الأحماض الأمينية هي جزيئات صغيرة ذات روابط ثابتة على كلا الجانبين وجزء ناتئ من الوسط. تختلف الأحماض الأمينية الطبيعية العشرون في هذه الأجزاء الناتئة فقط، والتي سأشير إليها بالملحقات (انظر: الشكل ٣,١)[١].



شكل (٣,١) بناء البروتينات من أحماض أمينية: تستعمل معظم الخلايا الحية مجموعة الأحماض الأمينية الأساسية ذاتها المكونة من عشرين حمضًا أمينيًا والمُصوّرة في الجانب العلوي الأيسر (بتجاوز فنّي). ترتبط الأحماض الأمينية واحدًا تلو الآخر، بالتسلسل الدقيق المُحدّد في الجين،

---

(١) يسمّي العلماء المُلحقات بالسلاسل الجانبية (*side chains*) وهي تسمية مُربكة؛ لأنّ معظمها ليست على هيئة سلاسل، بينما البروتينات المُكوّنة من حموض أمينية متصلة ببعضها فلها شكل السلاسل. سألتزم بتسمية المُلحقات لهذا السبب.

لتُكوّن جزيئًا طويلًا ومرنًا شبيهًا بالسلسلة (الجانب الأعلى الأيمن). كما تمتلك تسلسلات الأحماض الأمينية التي تحددها معظم الجينات الطبيعية خاصية مميزة جدًّا تتمثل في انطواء كامل السلسلة إلى بنية ثلاثية الأبعاد مُحدّدة جيّدًا، ويظهر الجانب الأسفل الأيسر مثالًا عن تلك البنية. يستعمل العلماء توضيحًا مُبسّطًا لتسهيل رؤية ملامح هذه البنى البروتينية المنطوية، وأشهرها مُخطط «الشريط»، المبين لذات البروتين (اسمه بيتا ـ لاكتاميز beta-lactamase) في الجانب الأسفل الأيمن. يمثّل كلّ التفاف في المُخطط عنصرًا في البنية يُسمّى حلزون ألفا (alpha helix)، ويُمثل كلّ سهم شريط بيتا (beta strand). يُنشِئ هذين العنصرين معظم البنى في جميع البروتينات، وتسمّى الروابط بين هذه العناصر بالالتفافات (turns) أو العُرى (loops). رغم أنّ العرى تبدو رخوة، مثل السباغيتي، لكنّها غالبًا ذات بنية ثابتة محكمة مثل بقية البروتين.

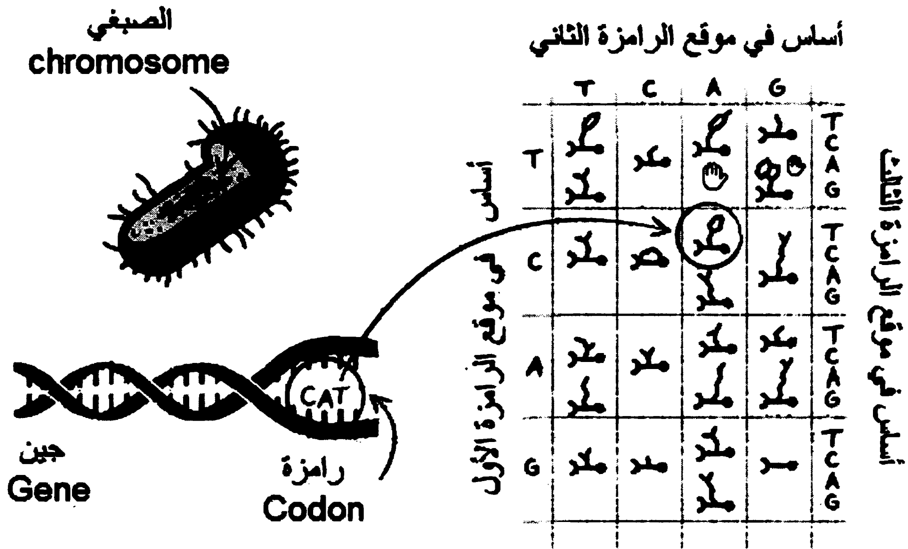
إن امتلك تسلسل الأحماض الأمينية على طول سلسلة البروتين المصنّع حديثًا الخواص الصحيحة، فستنطوي كامل السلسلة تلقائيًّا (أو تقريبًا كذلك[1]) داخل الخلية لتكوّن بنية مُدمجة ثلاثية الأبعاد. وكما في تماثيل الأسلاك المصنوعة من سلك واحد، تستطيع البروتينات اتخاذ أشكال مختلفة على نحو هائل، ولكن بعكس الأسلاك، فإن معظم تلك الجزيئات البروتينية تمتلك شكلًا منطويًا واحدًا مُفضّلًا، وتعد تفاصيله حاسمة لوظيفة هذا البروتين، فكما يجب تشكيل أجزاء الآلة بالصورة الصحيحة لتقوم بمهامها المختلفة، فكذلك الحال مع البروتينات.

تبيّن أنّ الشكل المُفضّل لكلّ بروتين محددٌ بتسلسل الأحماض الأمينية على طول سلسلته، ولكنّ هذا يطرح السؤال المشوّق: كيف «تعرف» الخلايا ما هي تلك التسلسلات المفترضة؟ إن الإجابة تكمن في الجينات والشيفرة الجينية. يُبنى كلّ جزيء بروتيني بربط الأحماض الأمينية وفقًا لتعليمات التسلسل المحمولة على الجين، ولكن هنالك حيلة لقراءة هذه التعليمات الجينية. إذ يتألف الـDNA من أربعة أنماط من الحروف الموصولة بالتسلسل،

---

(١) تحتاج بعض البروتينات لمُساعدة أثناء الانطواء لتجنّب التداخل من بروتينات أخرى كثيرة تعجّ بها الخلية، وتستعين الخلية ببروتينات خاصة تسمّى **الشابيرونات الجزيئية** (*molecular chaperones*) من أجل طوي البروتينات، وتكوّن بعضها حجرات مُتخصّصة يمكن لسلاسل البروتينات الجديدة أن تنطوي داخلها دون تداخلات، وتسمّى الشابيرونات المُكوّنة لحجرات **بالشابيرونينات** (*chaperonins*).

بينما تتألف البروتينات من عشرين حرفًا من الأحماض الأمينية الموصولة بالتسلسل، لذلك تحتاج الخلايا لنظام تشفير لتترجم التسلسلات المؤلفة من أربعة حروف إلى تسلسلات مؤلفة من عشرين حرفًا، وتملك الحياة بالضبط مثل نظام التشفير هذا: الشيفرة الجينية (*genetic code*) الشهيرة التي فكّ تشفيرها في نهاية الستينيّات (انظر: الشكل ٣,٢).



شكل (٣,٢) الجينات والشيفرة الجينية التي تستعملها الخلايا لترجمتها. لغرضنا هنا، فكّر بالجين كحيز من الـDNA الصبغي (الكروموسومي). تتألف سلاسل الـDNA من حروف مثل الأحماض الأمينية تختلف في ملحقاتها، وتسمّى ملحقات الـDNA بالأسس (bases). بسبب توفر هذه الأسس بأربعة أنواع فقط (توصف بالحروف A وC وG وT)، تلزم مجموعة من ثلاثة أسس متتالية تسمّى الرامزة (codon) لتحديد أيّ حمض من الأحماض الأمينية العشرين[1] كما يُستعمل نظام جزيئي عالي التعقيد يتضمّن حوالي مائة بروتين متخصّص من أجل تفسير كلّ تسلسل من تسلسلات الروامز الـ ٦٤ المحتملة التي يحدّد كلٌّ منها حمضًا أمينيًّا من الأحماض الأمينية

(١) بسبب إمكانية وضع أيّ أساس من الأسس الأربعة (A وC وG وT) في أيّ موقع للأسس، عندها يُحسب عدد التتاليات المُمكنة في سلسلة من الأسس المُتتالية بالضرب بالعدد ٤ مرارًا؛ أي: العدد ٤ لكلّ موقع للأساس؛ يعني هذا: أنّ سلسلة من أساسين تسمح بـ١٦ احتمالًا (٤ × ٤ = ١٦) وهو ليس كافيًا لتخصيص كلّ واحدٍ من الحموض الأمينية العشرين، ولذلك تستعمل الحياة روامز (codons) من ثلاثة أسس متتالية مما يرفع عدد الاحتمالات إلى ٦٤ (٤ × ٤ × ٤ = ٦٤).

العشرين (أو تقرر نهاية سلسلة البروتين والمُمثلة في الشكل برمز اليد). النتيجة النهائية هي مجموعة من «المعاني» الرامزة التي نشير إليها بالشيفرة الجينية (genetic code)، وتُمثّل غالبًا بشكل جدول كما هو موضح.

عندما نتتبع أثر منشأ البروتينات، نجد أنّ الشيفرة الجينية تفسّر كيفية تشفير التعليمات المتسلسلة لبناء البروتينات في جيناتها، ولكن هذا يطرح مسألة أخرى ملحّة: **كيف اكتسبت أشكال الحياة المختلفة هذه الجينات الضرورية في المقام الأول؟** هنا يصطدم حَدْسنا بالتصميم مع الإجماع العلمي، والذي يعزوا الجينات والبروتينات وكلّ شيء آخر لأسباب تصادفية. على حد تعبير مايكل دنتون «كان الشعور الحَدْسي باستحالة أن تحقق الصدفة المحضة درجة التعقيد والإبداع واسعة الانتشار في الطبيعة مصدرًا دائمًا للشك منذ نشر [أصل الأنواع]»(١).

استمرت هذه الشكوك بالورود في المقالات النقدية للتطوّر التي كنت أقرأها في نهاية الثمانينيّات. وصف كتاب دنتون المشكلة بهذه الطريقة:

> «هنالك في الواقع أسس نظرية وتجريبية للاعتقاد بأنّ القواعد المُسبَقة التي تنظّم الوظيفة في تسلسل الأحماض الأمينية قواعد عسيرة نسبيًّا. إن كان ذلك صحيحًا... فهذا يعني: أنّ البروتينات الوظيفية قد تكون نادرة إلى حدٍّ كبير... ويمكن بسهولة إثبات أن ما لا يزيد عن ١٠ ^٤٠ [١ متبوعًا بـ ٤٠ صفرًا]..... ١٠ ^٤٠ بروتينًا مُحتملًا يمكنها الوجود على الأرض منذ تشكيلها، وهذا يعني، إن كانت وظائف البروتين موجودة في تسلسلات احتمالها أقل من واحد في ١٠ ^٤٠، يصبح من غير المُحتمل اكتشاف أيّة بروتينات وظيفية بالصدفة على سطح الأرض»(٢)

للتوضيح، ترجّح عند دنتون أنّ علم البروتينات كان مُستعدًا لدحض داروين، وقد وافقته، وأردت مُمارسة هذا العلم أكثر من أيّ شيء آخر.

---

(١) Denton, *Evolution*, 327.

(٢) Denton, *Evolution*, 323.

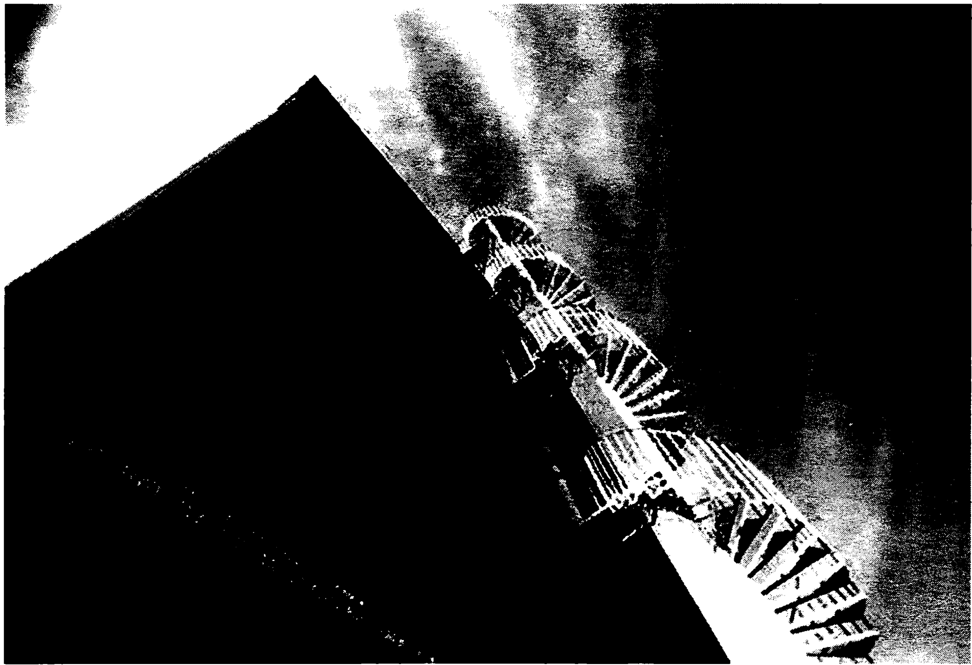
قادتني السنين القليلة في سعيي وراء ذلك الطموح إلى كامبريدج في إنكلترا، حيث عملت أولًا في قسم الكيمياء في جامعة كامبريدج، وأدركت بعد فترة قصيرة أنّ تلك المعارضة ليست الشيء الوحيد الذي منع العلماء من تسوية المسألة التي طرحها دنتون وآخرون، فقد كانت التجارب المطلوبة من النوع التي يسهل وصفها من الناحية النظرية، لكن تبيّن أنّها ليست سهلة الإنجاز من الناحية العملية. تكمن الفكرة الأساسية في وضع ادّعاء دنتون بأنّ «البروتينات الوظيفية قد تكون نادرة إلى حدٍّ كبير» قيد اختبارٍ حاسم، وسيتطلّب فعل ذلك مزيدًا من الخبرة والتفكير المتأنّي.

سعيًا وراء هذه الخبرة، وصلت أخيرًا إلى مركزٍ بحثيٍّ رئيسي آخر في كامبريدج، يحظى بتاريخ استثنائي.

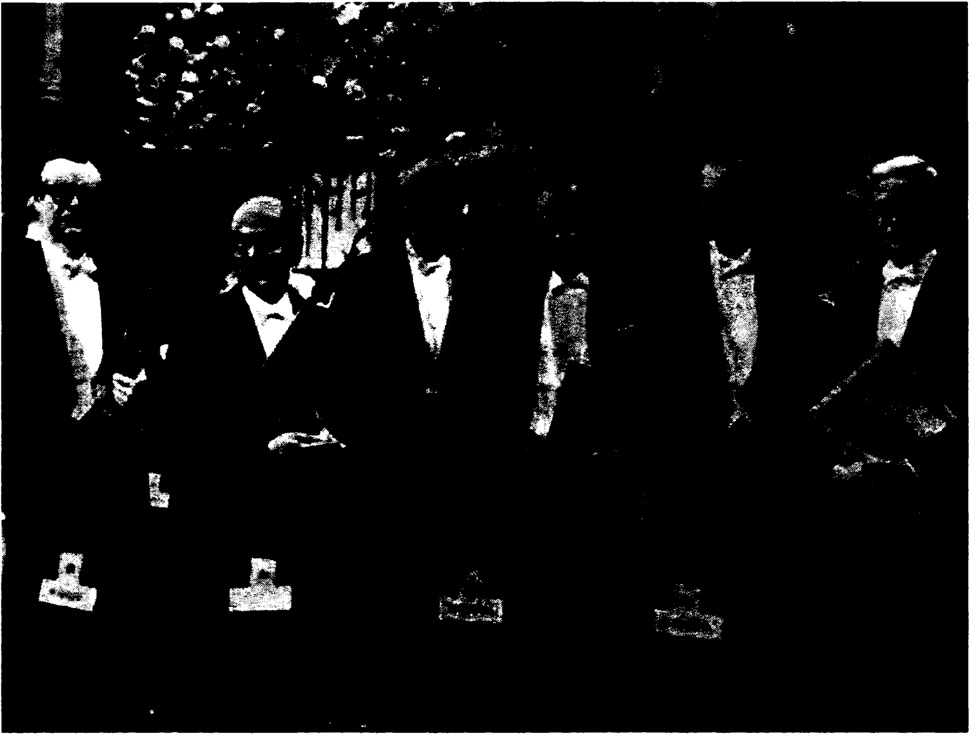
بشرية العبقرية

في بناء عادي يشبه الصندوق، يقع في الطرف الجنوبي من كامبريدج مختبر البيولوجيا الجزيئية (LMB) المتميز للغاية. فخلال أشهر من فتح أبوابه عام ١٩٦٢م، تمكّن المختبر من التباهي بثلاث جوائز نوبل تشارك بها علماؤه. فريدريك سانغر (Frederick Sanger) الفائز المنفرد بجائزة في الكيمياء عام ١٩٥٨م لاكتشافه تسلسل الأحماض الأمينية في الأنسولين، بينما أحرزت الجائزة الثانية والثالثة عام ١٩٦٢م، تعود إحداهما لجيمس واتسون (James Watson) وفرانسيس كريك (Francis Crick) لاكتشافهما إلى جانب موريس فيلكينز (Maurice Wilkins) بنية الحلزون المزدوج للـDNA، ومنحت الجائزة الأخرى لماكس بيروتس (Max Perutz) وجون كندرو (John Kendrew) لاكتشافهما أول بنى البروتين. رشح بعدها العديد من الحائزين على جائزة نوبل من مختبر (LMB) منذ ذلك الحين، ولكنّ الدفعة الفكرية التي رفعت المختبر إلى مقامه الرفيع تعود إلى النجاح المُدوّي لتلك المجموعة الأولى الصغيرة من الأشخاص، والتي كانت بالأصل برئاسة ماكس بيروتس.

زرت في سبتمبر من عام ١٩٩٩م مكتبًا في مختبر (LMB) يعكس صفة الرجل الذي شغله، مُتواضع ومُرتّب. وقف ماكس أمامي، محدوب الظهر قليلًا، ومستعملًا منضدة خشبية لسند نفسه. أصبح جلوسه صعبًا من ألم ظهره، وأبدى جسده حقًّا سنواته الخمس والثمانين بأكملها، ولكنّ عقله وجدول عمله يعود لرجل أصغر عمرًا بكثير. ورغم مرور زمن طويل على تسليمه قيادة مختبر (LMB) للآخرين، لكنّه استمرّ في السير في أروقته بصورة يومية تقريبًا، مواكبًا آخر الأبحاث وحتّى مُساهمًا في مشروع ما هنا أو هناك.



شكل (٣,٣) «صندوق الطوب» الذي قدم المأوى لمجلس البحث الطبي لمخبر البيولوجيا الجزيئية (LMB MRC) من عام ١٩٦٢م إلى ٢٠١٣م.

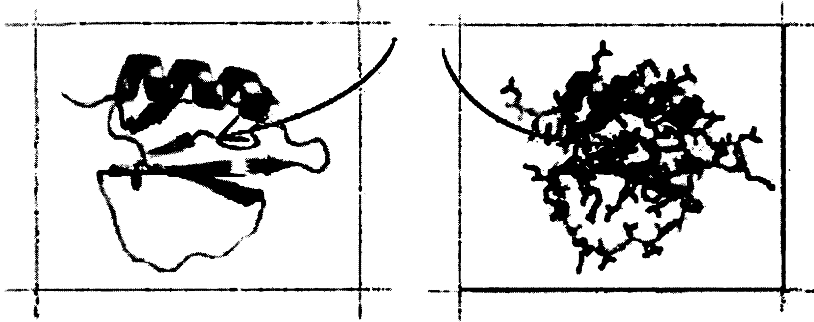


شكل (٣,٤) ستّة فائزين بجائزة نوبل في مراسيم نوبل في ستوكهولم عام ١٩٦٢م، أربعة منهم مشاركين بالمجموعات البحثية التي كوّنت مختبر (LMB) في تلك العام. تعرض الصورة من اليسار إلى اليمين: موريس فيلكينز وماكس بيروتس وفرانسيس كريك وجون ستينبيك (John Steinbeck) وجيمس واتسون وجون كندرو. تشارك كريك وواتسون، وكلاهما مُشاركين بالمجموعات التي كوّنت الـ(LMB)، مع فيلكينز بالجائزة في الفيزيولوجيا أو الطب، بينما تشارك بيروتس وكندرو ـ كلاهما رائدين في الـ(LMB) ـ بالجائزة في الكيمياء. وحاز ستينبيك على جائزة الأدب.

كان على منضدته ست وعشرون ورقة مثّلت أكثر من سنة من عملي. كنت أقوم بمخاطرة محسوبة؛ فالفكرة السائدة في ذلك الحين هي أنّ البروتينات ليست شديدة الاعتماد على تسلسل الأحماض الأمينية الممتدة على طول سلاسلها، وهي أقل اعتمادًا على هوية الأحماض الأمينية، والتي ينتهي بها الأمر على الجانب الخارجي من بنياتها المطوية، وكان كل ما يحتاجه البروتين لكي ينطوي بالنسبة لكثير من العلماء في ذلك الحين هو تموضع ملحقات الأحماض الأمينية المناسبة المحبة للماء والكارهة للماء على طول السلسلة. يُمكن تصنيف خمس ملحقات من الملاحق العشرين ضمن الكارهة للماء وسبعة أو ما يقارب ذلك كمُحبة للماء (والبقية تقع في الوسط)، لذا

يمكنك رؤية كيف تُسهل هذه النظرة المُبسطة، إن صحّت، على التطور إيجاد تسلسلات الأحماض الأمينية المنطوية لتكوين بنى بروتينية جديدة (شكل ٣,٥)، وبناءً عليه ستقلّ صعوبة ترتيب عشرين نوعًا من الملحقات ضمن بنية ثابتة إلى مجرد ترتيب ثلاثة أنواع فقط من الملحقات: محبة للماء وكارهة للماء وثنائية الألفة.

يجب إبعاد الماء من الداخل العميق.

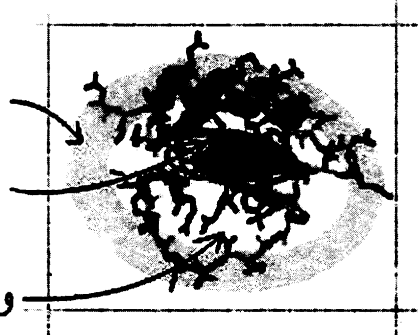


لذلك قد يتطلّب الانطواء فقط:

ملحقات محبة للماء في الخارج

ملحقات كارهة للماء في الداخل

وملحقات ثنائية الألفة في الوسط



شكل (٣,٥) الصورة المبسطة لتكوين بنية البروتين. توضّح الصور الثلاث جميعًا نفس البروتين الصغير والمُسمّى مثبّط الكيموتريبسين ٢. يبين الشكل وضع حلزون ألفا ضمن مجموعة من شرائط بيتا (تسمّى صفيحة بيتا beta sheet) بشكل يشبه الشطيرة، ظاهرة (اليمين) أو مختفية (الجانب العلوي الأيسر). إنّ مظهر العشبة المتشقلبة (tumbleweed) ذو الملحقات مظهرٌ خادع. فرغم قدرتك على الرؤية عبر البروتين في هذا الشكل، إلا أن الشكل العلوي (انظر: مقدمًا للشكل ٧,٥ كمثال) سيظهر أنّ الماء لا يستطيع الوصول إلى الداخل. دفعت أهمية طرد الماء من الداخل بوضع الملحقات الكارهة للماء في ذلك الموضع نحو هذه النظرة المبسطة.

افتتحتُ ورقتي البحثية بربط هذه النظرة المبسطة بدراسة أنجزها ماكس

في نهاية الستينيّات. لكن عرفت أنّ هذا الربط قد يؤدي لنتيجة عكسية لأنّ بقية الورقة البحثية وصفت تجاربًا أثبتت بوضوح خطأ النظرة المبسطة، حتّى أنا فوجئت بهذه النتيجة. أجريت تجاربي على إنزيمين مختلفين، والإنزيم (enzyme) هو مُصطلح عام للبروتينات التي تنجز تحوّيلات كيميائية معيّنة. ثبت عام ١٩٩٦م أنّ إنزيمًا صغيرًا معيّنًا يُحافظ على تفاعلاته الكيميائية حتى بعد استبدال أحماضه الأمينية الداخلية عشوائيًّا ببدائل كارهة للماء[١]، فافترضت أنّ الجانب الخارجي سيكتفي بأيّ توليفة من الأحماض الأمينية المحبة للماء كذلك.

تبيّن أنّ هذا غير صحيح، فبعد فترة قصيرة من بدئي بالعمل، تبين لي أنّ كلا الإنزيمين اللذين أختبرهما أصبحا معطّلين تمامًا بعد استبدال قسم فقط من الجزء الخارجي لهما بهذا الأسلوب العشوائي. ونتيجة لذلك أعدتُ تصميم التجارب، فاستبدلت الأحماض الأمينية الخارجية بحذر ضمن مجموعات من خمسة أو عشرة أحماض أمينية، وليس عشوائيًّا بل ببدائل كانت أكثر تشابهًا. مرة أخرى، تعطل الإنزيمان بهذه العملية، قبل أن يتم استبدال كامل الجزء الخارجي بكثير.

حقيقة أنّ استبدالات الأحماض الأمينية مقاومة جدًّا للتغيير (تحفظيّة) (conservative) هو نتيجة هامة للغاية لأنّها تناقض الفكرة السائدة بكلّ وضوح، فهذان البروتينان معتمدان جدًّا على هوية الأحماض الأمينية على الجانب الخارجي لهما بعكس ما كنت أفترضه مع معظم العلماء الآخرين، وفضلًا عن ذلك تشير الطريقة التي أثبت فيها هذه النتيجة إلى صحّة ذلك في البروتينات الأخرى. باختصار، أثبتُّ أنّ قدرة البروتينات على الحفاظ على وظيفتها بعد استبدال عدد صغير من أحماضها الأمينية ـ إحدى المُبرّرات الرئيسية للنظرة المبسّطة ـ لا يعني أنّ تلك التغييرات غير مُضرّة. هذا يعني: فقط أنّ الضرر لم يصل بعد لنقطة الانهيار. يحدث الوُصول لنقطة الانهيار دائمًا مع إدخال

---

(١) D. D. Axe, N. W. Foster, and A. R. Fersht, "Active Barnase Variants with Completely Random Hydrophobic Cores," *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 93 (1996): 5590-94.

مزيدٍ من التغييرات، حتّى لو كانت التغييرات من النوع التحفّظي التي كنت أستعملها.

كان أملي خلال فترة الأسبوع (أو قريبًا من ذلك) بين تسليمي لورقتي البحثية لماكس والجلوس لسماع أفكاره هو أن تقديره لوضوح النتيجة سيوازن أيّ إزعاج قد يكون أثاره اكتشافي الجديد. إن جرى كلّ شيء تبعًا لخطّتي، سأغادر الغرفة بتأييد قوي من أحد أعظم العلماء على قيد الحياة، مما سيمهّد الطريق بالتأكيد لورقتي البحثية كي تنشر في مجلة علمية راقية.

لم يكن الأمر كذلك، حيث استمعت بأدب لماكس، بحالة بسيطة من الاهتياج، وهو يشتكي عن أشياء ـ بالنسبة لي ـ لا تتعلق أبدًا بفحوى عملي؛ فالرجل الذي تمنّيت أن أذهله قد أزعجته عوضًا عن ذلك. كتبت لصديق لي بعد فترة قصيرة: «خاب أملي جدًّا بمستوى تبادل الآراء مع ماكس بيروتس». لحسن الحظ نظر خبراء آخرون إلى ورقتي البحثية نظرة أكثر إيجابية، ووصف أحد هؤلاء الخبراء، والذي كان عالمًا بارزًا مختصًّا بالبروتينات في الـ(LMB)، نتائجي بأنّها «مذهلة ومقنعة». لذلك بعد نجاحها في اختبار مُراجعة الأقران (peer review)، نُشِرَت ورقتي البحثية في مجلة البيولوجيا الجزيئية *Journal of Molecular Biology (JMB)* في أغسطس من عام ٢٠٠٠م[١].

توصّلتُ بعد ذلك بفترة طويلة بالإضافة إلى ما علمتني إياه السنون، إلى فهم جديد للقائي مع ماكس. فبقدر ما بدت صعوبة التفاعل بيننا في مكتبه بالنسبة لي، بدأت أدرك أنّه أوضح لي ما هو أهم في ذلك اليوم من أيّ شيء كنت أتمنّى أن أريه إياه. ما تعلّمته لن يكون عميقًا بسبب وضوحه الشديد، فبالرغم من وضوحه الشديد، إلا أنّه من تلك الحقائق الواضحة التي تغيب عن نظرنا بسهولة: ماكس بيروتس، العملاق الصغير الذي يحتل بجدارة مكانة في

(١) D. D. Axe, "Extreme Functional Sensitivity to Conservative Amino Acid Changes on Enzyme Exteriors," *Journal of Molecular Biology* 301 (2000): 585-95.

تاريخ العلم أعلى من معظم الحائزين على جائزة نوبل، كان بشرًا مثلي ومثلك.

بطريقة ما، مع اكتساب ألقاب الشرف النادرة، ومع تأسيس المنح الدراسية وتكريس الأبنية التي تحمل اسم شخص ما، ومع اللوحات الزيتية والتماثيل الرخامية والطوابع البريدية التي تحمل شكلًا لشخص ما، ومع وفاة الشخص بجسده ونموّ أسطورة لتحلّ مكانه، تتبخّر بشكل ما ملامح الإنسانية غير المعصومة التي ننتمي إليها بسهولة، تاركة إيّانا مع صورة تحوم في المنتصف بين السماء والأرض، ليست مقدّسة بما يكفي لتُعبد، وليست بشرية بما يكفي لتحتضن.

ربّما يرتبط هذا الميل لتقديس أساطير ورموز العلم بنظرة مشوّهة لكامل المؤسسة العلمية. خُدِع الكثير منّا، وأنا منهم، بفكرة أنّ العلم، رغم مُمارسته على يد البشر، تمكّن من تخليص نفسه من العيوب البشرية التي تترك بصمتها في كلّ مشروع بشري، حيث نعتقد أنّ نقاء العلم مضمون بصرامة «الطريقة العلمية».

وصف الفيزيائي الفلكي نيل ديغراس تايسون (Nei deGrasse Tyson) هذه النظرة المثالية في الحلقة الأولى من المسلسل التلفزيوني **الكون: ملحمة الزمكان** (*Cosmos: A Spacetime Odyssey*) كالتالي:

> «أصبحت هذه المغامرة ممكنة عبر أجيال من الباحثين الملتزمين بصرامة بمجموعة بسيطة من القوانين: اختبار الأفكار بالتجربة والمُلاحظة؛ واعتماد الأفكار التي تنجح في الاختبار؛ ورفض الأفكار التي تفشل؛ ومتابعة الدليل حيثما يقود؛ والشك في كلّ شيء. اقبل بهذه الشروط ويصبح الكون لك»[١]

(١) منقول من «الوقوف في درب اللبانة Standing Up in the Milky Way»، الكون: أوديسة الزمكان *Cosmos: A Spacetime Odyssey*، فوكس Fox، أذيعت في ٩ مارس ٢٠١٤:

www.dailymotion.com/video/x25wxcj_cosmos-a-spacetime-odyssey-episode-1-season-1-standing-up-in-the-milky-way_tv

يبدو كل هذا جميلًا جدًّا، وإن أمكن اختبار الأفكار بمقياس، بطريقة قياس البطاريات والفواصل الكهربائية، ستنجح قوانين تايسون البسيطة، ولكن إن أردنا الشك في كلّ شيء، ربّما حريٌّ بنا البدء بالشك إن كان الاختبار البشري للأفكار البشرية بتلك البساطة، نظرًا إلى مدى تعقيد البشر.

تصبح تلك التعقيدات أوضح ما يكون عند نقاش الأفكار الكبيرة التي تلامس طريقة عيشنا؛ لأنّنا نكتشف أنّ الجميع ـ بما فيهم العلماء ـ متمسّكون جدًّا برأيهم، وأكبر الأفكار هي تلك التي تجيب عن جميع الأسئلة الهامة لكيفية وصولنا إلى هنا. لكن بكل الأحوال يجب الوثوق بالمجتمع العلمي ليخبرنا عن عدد الأقمار السيارة حول كوكب نبتون أو عدد البروتونات المكدّسة في نواة ذرة الكوبالت. لماذا قد يُشوّه أحدهم الحقائق من هذا النوع؟ أما الأمور التي يرغب الجميع فيها برؤية الأشياء بطريقة معيّنة فهي قصة مختلفة تمامًا، وفي تلك الأمور علينا دائمًا تطبيق جرعة مناسبة من الشكّ.

> خُدِعَ الكثير منّا بفكرة أنّ العلم رغم مُمارسته على يد بشر قد تمكّن من تخليص نفسه من العيوب الإنسانية، ولكن إن أردنا الشك في كلّ شيء، ربّما حريّ بنا البدء بالشك إن كان الاختبار البشري للأفكار الإنسانية بتلك البساطة، نظرًا إلى مدى تعقيد البشر.

من العلم المثالي إلى العلم السلطوي

رغم عدم إدراكي لهذا العامل البشري بالكامل بعد، إلا أنّني كنت على ثقة كبيرة عام ٢٠٠٠م بأنّ الحقائق العلمية مخالفة للقصة التطوّرية؛ بل وثقت أيضًا أنّ بإمكاني باستعمال تجربة البروتينات الصحيحة أن أعكس تيّار الإجماع العلمي بالبرهان. لم أقم بهذه التجربة الرئيسية بعد، ولكن عرفت كيف يمكن أن تتم. عندما كانت لدي نظرة مثالية للعلم مُشابهة جدًّا لتلك التي وصفها تايسون، كنت مقتنعًا بأنّه مهما كانت النتيجة العلمية مروعة، أو مهما كان عدد العلماء المشككين، أو مهما كان عدد الكتب التعليمية التي يجب إعادة

كتابتها، فإن العلم يقف دائمًا إلى جانب الحقيقة بالنهاية، وربّما هو كذلك. ولكن لو أنني أدركتُ أنني أقلّ تميزًا مما كنت أتخيل، إذ أنّ كثيرًا من العلماء الآخرين ما فتئوا يقدمون بشكل مشابه تحديات خطيرة تتحدى الداروينية لأكثر من قرن، لتوصلت لقناعة أكثر واقعية بطول الزمن الذي قد يستغرقه المجتمع العلمي ليقف على الحقيقة.

والغريب أنني أرى الآن كيف أنّ السعي وراء الجاه ـ الواضح جدًّا في حياتي ـ يفسر كثيرًا تمسك العلم بأفكار خاطئة معيّنة. في العالم الاختصاصي للعلم، يُمنح الجاه على شكل ثناء، وليس مُجرّد أيّ ثناء بل الثناء النادر الصادر عمن هم بحدّ ذاتهم محل ثناء عريض، ومع إدراك كم قد يكون هذا الثناء متقلّبًا، فلماذا يفترض أحدٌ أنّ العلم الجدير بذلك يحظى دائمًا بالإطراء والثناء الذي يستحقّه؟ إنّ رؤية كلمات حقيقية تثير ردًّا سلبيًّا قويًّا أمر معروف لدى الجميع، في كلّ مناحي الحياة. فلماذا إذًا قد يعتقد أحدٌ أنّ طريق الحقيقة العلمية وطريق الجاه العلمي هما الأمر ذاته؟

الإجابة باعتقادي هي أنّنا عندما نتعلق بالرؤية المثالية للعلم، تبدو حينها الحقيقة والجاه على ذات السبيل. إن افترضنا أنّ العلماء موجّهين بهدف وحيد وهو البحث عن الحقيقة ولا شيء غيرها، فعندها سنتوقّع أن يرقى نحو القمة العلماء الأكثر حرصًا على إدراك الحقيقة.

يشكّل هؤلاء العلماء من الدرجة الأولى نخبة الخبراء ورأيهم الموحّد هو المؤشّر المؤكّد للحقيقة. عندها سيبدو الجاه والحقيقة متلازمين، كما لو أنهما اسمين مختلفين لشيء واحد. ولكن عند السير في الطريق لمسافة قصيرة نحو هذه الوجهة فسنكتشف أن هذا الطريق هو أيضًا طريق نحو العلم السلطوي (authoritarian). حين نأتمن الحقيقة المدركة لأيدي النخبة، فلا حاجة لنا نحن الشعب البسيط لنشغل بالنا بالتفاصيل عندما يتم تحدي النخبة، وعوضًا عن ذلك فينبغي أن ننتظر بصبر ليدلوا بتصريحهم الرسمي، والذي نظن صحته حين يأتي هو أمر مفروغ منه.

بالطبع كمُتحدٍّ للنظرة المتفق عليها في نشأة الحياة، كان عليّ الاهتمام

بالتفاصيل، ولكني كنت واثقًا لدرجة غريبة بأنّ التحدّي الذي أطرحه سيُجبر الخبرات العلمية على الانسحاب عند العجز الكلي عن مُواجهة الحقيقة. يمكن أن تكون الثقة أمرًا جيّدًا، ولكن عند تأمل الماضي، أرى أنّ ثقتي كانت مشوبة بالكبرياء، وهذا أمر غير حسن. أقول ذلك لأني أنوي أن أعرض الجانب الأقل إطراءً للعلم عليك ليس من أجل تحسين صورتي أو إساءة صورة الآخرين، وبالتأكيد ليس للإساءة لصورة العلم؛ بل إن هدفي هو تطوير رؤية واقعية للبشرية وللعلم كجهد بشري. في نهاية المطاف لن نحبّ العلم حقًّا إلى أن نتعلّم أن نحبّ العلم الحقيقي، وليس بالسعي تحت أوهام عالم مثالي بل سعيًا بشريًّا فطريًّا في هذا العالم، مهما كان هذا العالم غير مثالي.

وقد تبيّن أنّ ما حدث بعدها كان بالضبط هو الدواء الملائم لغروري، رغم أنّه ليس من النوع الذي كنت أود وصفه لنفسي.

الفصل الرابع

خارج الصندوق

تحت إشراف آلان فيرشت (Alan Fersht)، الذي ذكرته في الفصل الأول، احتلَّ مركز هندسة البروتينات ـ المعروف اختصارًا (CPE) ـ بناءً يرتبط عبر رواق بالبناء الأساسي الذي يضم مركز مختبر البيولوجيا الجزيئية. بالنسبة لمعظم الجهات فقد كان العمل الهندسي الذي أنجزه ٤٠ عالمًا تقريبًا في مركز هندسة البروتينات عبارة عن تصميم تعديلات صغيرة في البروتينات الطبيعية لدراسة آلية انطواء سلاسل البروتينات في بنى متراصة. لكن مشروعًا معينًا كان يسعى في نوع طموح جدًّا من الهندسة.

وبينما كنت أقوم بعملي، والذي أفضى فيما بعد إلى البحث المنشور في مجلة البيولوجيا الجزيئية في عام ٢٠٠٠م[1]، كانت زميلتي ميريام ألتاميرانو (Myriam Altamirano) تسعى إلى إعادة هندسة أنزيم طبيعي ما لجعله يؤدي وظيفة أنزيم آخر مختلف. واستخدمت كما يستخدم العديد من العلماء في ذلك الوقت منهجًا هجينًا يجمع بين مفاهيم التصميم والتطور. كانت الفكرة في جميع تلك البرامج هي أن نقوم بتخمينات بصيرة لأي الأجزاء التي يجب تعديلها وكيف تُعدل، ثم بعد إنجاز تلك التعديلات، نطبق نموذج التقييم المختبري المعياري (أحدث طفرة ← انتخب ← كرر) للتخلص من أي مشكلات ثانوية.

(١) D. D. Axe, "Extreme Functional Sensitivity to Conservative Amino Acid Changes on Enzyme Exteriors," *Journal of Molecular Biology* 301 (2000): 585-95.

وبالرغم من إمكانية نجاح هذه الاستراتيجية نظريًا، إلا أن المعوقات ظهرت بشكل متزايد في السنوات اللاحقة. إذا اعترف بعض رواد المجال بعد أحد عشرة سنة تالية أن «الجهود المبذولة إلى هذا الوقت لتوليد محفزات مبتكرة بيّنت بشكل أساسي أننا نتحسن في إنتاج أنزيمات فاشلة، وأن إنتاج أنزيمات جيدة يتطلب نوعًا مختلفًا تمامًا من الفكر أو منهجيات عمل جديدة تمامًا»[١]

يكمن لبُّ المعضلة في أن الخطوة التطورية في النهاية لا تحقق شيئًا يُذكر، وأن النجاح يعتمد بشكل كامل على قدرة التخمين الصحيح في المقام الأول. ولكن بالطبع لو كنا نعلم كيفية القيام بذلك، لغدت الخطوة التطورية ـ إلى حدٍّ كبير ـ عديمة الجدوى. بعبارة أخرى، يبدو التطور بديلًا غير كاف للمعرفة. وبالفعل إن ثبت صحة حدسنا حول التصميم فليس هناك أي بديل آخر عن المعرفة.

وبكل الأحوال فالتخمينات المتبصرة الجيدة جدًّا تعادل المعرفة، وفي هذه الحالة بدا أن تخمينات ميريام جيدة جدًّا. فقد وجدت أن أنزيماتها المطورة هندسيًّا تعمل بشكل جيد مثل الأنزيمات الطبيعية التي صمّمت لمحاكاتها، وهو عمل فذّ في مجال استخدم فيه مصطلح «النجاح» بتساهل. بعد كتابتها لنتائجها، قدمت ميريام بحثها العلمي للنشر في مجلة نايتشر (*Nature*) المعتبرة في وقت قريب من الوقت الذي قابلت فيه ماكس بيروتس. تمت الموافقة على نشر بحثها عبر مراجعة الأقران ونشر في شهر فبراير من العام ٢٠٠٠م[٢]

مجموعة بلا قائد

على أمل أن يمهد نجاح ميريام القوي الطريق للمزيد من التقدم وكما

---

(١) E. M. Brustad and F. H. Arnold, "Optimizing Non-natural Protein Function with Directed Evolution," *Current Opinion in Chemical Biology* 15 (2011): 201-10.

(٢) M. Altamirano et al., "Directed Evolution of New Catalytic Activity Using the/ -Barrel Scaffold," *Nature* 403 (2000): 617-22.

جرت العادة في طريق العلم، بدأ العديد من طلبة الدكتوراه بالعمل تحت إشرافها على مشروع من شأنه توسيع طريقتها لتشمل أنزيمات أخرى.

لكن عندما بدأت المعوقات التقنية بالظهور على السطح وجد الطلاب أنفسهم فجأة بلا قائد. لقد غادرت ميريام في أواخر العام ٢٠٠١م مركز هندسة البروتينات بشكل مفاجئ. وعلم آلان المشرف على مركز هندسة البروتينات أن عليه إيجاد البديل، وبما أن عمله لم يتركز من قبل أبدًا على تطور البروتينات تيقن من ضرورة البحث عن شخص يحل محلها. كما أن مدة الثلاث سنوات المتاحة لإتمام الدكتوراه في النظام البريطاني جعلت الأمر ملحًّا بالنسبة الطلاب الذين كانوا في عهدتها.

ولأن آلان يعلم أن عملي يتطرق بشكل متزايد لتطور البروتينات، أتى إليَّ وبعد التأكيد على أهمية عمل ميريام المتكلل ببحثها المنشور في مجلة نايتشر، تكلم معي حول الطلبة الذين علقوا بعد ميريام، ليختم حديثه بالكلام التالي: «أنت تعرف الكثير حول تطور البروتينات يا دوغ»، أعلم تمامًا أنه كان يطلب تسلّم قيادة هذه المجموعة من الطلبة، إلا أنني لم أرَ دافعًا لقبول الأمر. فرغم رؤية آلان أني أقوم بعمل دقيق وحساس في مجال تطور البروتينات إلا أنه لم يعلم بتفاصيل مشروعي الحالي؛ بل وربما كان لا يتصور حجم شكوكي حول التطور. كانت مجموعة ميريام غارقة حتى أذنيها في فكرة قدرة التطور على الإتيان بالعجائب، بينما وصلت أنا لاستنتاج معاكسٍ لذلك تمامًا. كيف يمكنني أن أقود مجموعة من الناس السائرين في عكس اتجاهي؟

مكنني طلب آلان غير المباشر من الرفض غير المباشر أيضًا، وهو ليس أسلوبي المعتاد. لكني اخترت في هذه الحالة الخيار الأسهل. كما أوصلت رسالة إلى آلان عبر عدم تصريحي برفضي قيادة مجموعة ميريام هي أنني غير مهتم فقط، دون أن اضطر إلى التصريح بأسبابي.

علم وطموح

لقد كنتُ أتقدم بحذرٍ لمدة طويلة من الزمن، وكنت ناقدًا صامتًا للمادية

حتى قبل أن تخطر في ذهني لحظة التجلي المفاجئ التي ذكرتها في الفصل الثاني. إذ كانت رؤيتي معروفة فقط بين الأصدقاء المقرّبين، ولم تتجاوز ذلك الحد. كما انحصرت بعض التصريحات المكتوبة حول أفكاري على لوحة الإعلانات في غرفة الطلبة، والتي كانت مليئة بالحكم الشخصية، وكان إحداها تعبير عالٍ عن حدس التصميم يقول: «يظهر لي وبشكل بدهي استحالة امتلاك مجموعات من الذرات للوعي؛ إذ لا يمكنها أبدًا إدراك معنى وجودها»، ومرةً أخرى دعمت تلك البدهية بدليل أبسط فانطلقت من حقيقة أن البشر يمتلكون الإرادة الحرة ولهذا فمن المستحيل أن يكونوا أشياء مادية صرفة، «وعليه، لم يتطور الإنسان من المادة».

لم أنو البقاء صامتًا إلى الأبد. كانت خطتي هي الاستمرار بالتفكير والعمل بشكل حذر على أمل تمتين حدس التصميم عندي ومن ثم كسب الفرصة لإيصالها إلى العامة، وإذا جاءت هذه اللحظة فلقد كنت متيقنًا بأن العلم أفضل منصة يتحدث منها المرء. لم تكن نسختي المثالية (الطوباوية) عن العلم تتناقض مع أي شيء عرفته في ذلك الوقت، وكنت أعرف أن لدى الناس تحيّزات، وقد رأيت المواقف الظالمة من العلماء المناهضين للإيمان. إلا أنني رأيت أن الحجة العلمية المدافعة عن حدس التصميم ليست ناضجة بعد، ولشعوري بإمكانية إنتاج حجة كاملة المعالم بقيت متعلقًا بأمل قبول هذه الحجة على نطاق واسع.

الآن إن كنت تتساءل عما إذا كان مشروعًا للعلماء تمني نتيجة معينة عندما يضعون أهدافهم فباستطاعتي التأكيد لك أن ذلك مشروع، وأننا نقوم بذلك طوال الوقت، وما مشروع البحث عن الذكاء الفضائي (SETI) إلا إحدى الأمثلة المشهورة.

يشتمل مشروع البحث عن الذكاء الفضائي على عمل العديد من العلماء الآملين ثبوت نجاح بحثهم في يوم من الأيام. صحيح أنه ما من دليل في حوزتهم إلا أن العلماء لا يبدؤون والدليل في حوزتهم. وكما هو الحال في العديد من المسائل المهمة التي يتولاها العلماء الآن، نجد أن العلم ينطلق من

الطموح ويمكن قول ذلك أيضًا عن الكثير من العلماء الذين كرسوا أنفسهم للعثور على علاج لمختلف الأمراض. إذ ما من شيء يضمن لنا العثور على ذاك المسار بعيد المنال والمستهدف إلا أن الهدف والطموح موجودان، وهذا ليس بالأمر القليل لأن الدليل العلمي لا يأتي أبدًا من دون تلك المكونات الأساسية.

لا يتضرر العلم من الحالمين بالعثور على نتائج معينة ولكن من الذين يحاولون إسكات النتائج التي تعارض آمالهم.

عند التفكر فيمن يملك قوة إسكات النتائج غير المرحّب بها سنجد على الفور أن وجهة النظر التي ستتولى ذلك هي وجهة النظر التي تمثل غالب المجتمع العلمي.

عاصفة مثالية

في بدايات سنة ٢٠٠٢م وبعد أن مرّ شهر تقريبًا على رفضي لعرض آلان لقيادة فريق ميريام اندلع نقاش في كافتيريا مختبر البيولوجيا الجزيئية حول مشكلة محتملة في النتائج التي ذكرتها ميريام في بحثها المنشور في نايتشر منذ سنتين خلت. بدا الأمر خطيرًا، إذ عثر أحد الخريجين وهو يرتب الأنابيب المخزنة في ثلاجة ميريام أن الوسم على بعض الأنابيب المختبرية المهمة والحساسة غير متطابق مع المحتوى، وكمشكلة مضاعفة فإن الأنزيم الذي أعيدت هندسته والذي تلقى النصيب الأكبر من الانتباه حينها يبدو الآن أنه لا يعمل كما يفترض.

خيَّم شعور بالإحباط على كامل المختبر عندما فكّر العديد من الطلاب في أنهم أمضوا سنة أو أكثر من وقتهم الثمين على مشروعات استندت إلى خطأ.

خلال أيام من بدء الحديث عن التناقض في النتائج بدأ الكابوس يتحول إلى حقيقة، فقد أوضح التحقيق حول الأنابيب المختبرية المخزنة أن ميريام

وجدت أن أنزيمها كان يعمل بشكل مطابق للأنزيم الطبيعي؛ لأنه كان في الحقيقة عين الإنزيم الطبيعي. وكما في جميع تجارب الانتخاب المخبري كانت تبحث عن أي علامات نمو بكتيري تحت شروط تمنع حصول أي نمو ما لم تتواجد الوظيفة المطلوبة. وفي حالتها تلك كان يتحتم ألا تنمو أي بكتيريا على أطباق بتري الخاصة، وذلك لفشل كل من تغيراتها المصممة وتبدلات الطفرات التالية، المترتبة على تلك التغيرات، في إحداث الوظيفة المطلوبة. إلا أن تلوثًا عرضيًا غير مقصود قد وقع فانتقلت خلايا من السلالة ذات الأنزيم الطبيعي إلى الخلايا العاجزة عن النمو مما أعطى النتائج الإيجابية وكانت في الواقع إيجابية كاذبة. سرعان ما ظهرت رسالة موجزة من مجلة نايتشر لتسحب فيها البحث وتقطع الشك باليقين حول حالة البحث المنشور في العام ٢٠٠٠م بقولهم: «لقد خلصنا إلى أن النتائج غير سليمة»(١)

والأمر الذي زاد الطينة بلّة وفاقم التوتر الموجود أصلًا هو وصول وجهة نظر التصميم الذكي حول النشوء البيولوجي لتتصدر العناوين في المملكة المتحدة بالتزامن مع النقاش المتزايد حول تدريس بدائل للداروينية في المدارس الحكومية. لم يسألني آلان أبدًا عن توضيح سر اهتمام معهد ديسكفري بعملي بالرغم من علمه بصفته رئيسي في العمل بالتمويل البحثي والزمالات التي تلقيتها ولعدة سنوات من ذلك المعهد الذي يُعد أكبر ممول لأعمال التصميم الذكي، ولعلمي التام بأن الاتصال مع التصميم الذكي قد يولّد خلافات كثيرة فقد احتفظت بالأمر لنفسي ولم أتكلم عنه. وقد تحدث آلان سابقًا عن موقع معهد ديسكفري الإلكتروني فافترضت أنه فهم الأمر بنفسه ولم يكن يهتم بما يكفي ليتجشم عناء الحديث عن الأمر معي.

إلا أن التعامل العدائي مع التصميم الذكي من قبل وسائل الإعلام البريطانية أثّر عليه فيما يبدو. إذ كنت أول الواصلين إلى المختبر في أحد أيام شهر فبراير من العام ٢٠٠٢م صباحًا، وكان آلان عادةً يقوم بجولاته عبر

(١) M. Altamirano et al., "Retraction: Directed Evolution of New Catalytic Activity Using the/-Barrel Scaffold," *Nature* 417 (2002): 468.

المختبرات في وقت لاحق من اليوم عندما يكون العمل على قدم وساق، ولكنه جاء في ذلك الصباح مبكرًا ليتكلم معي وبدا عليه التوتر. اقترب مني وكأن أمر طارئًا يحتاج للحديث معي حوله، إلا أنه بدا عاجزًا عن البدء في الحديث فافترضت أن ما يثقل كاهله هو السؤال عما إذا كان بإمكاني الاستمرار بعملي في مركز هندسة البروتينات لأنه يعلم أني جزء من ذلك الأمر الذي يصورونه للعامة بصورة تآمرية بشعة.

ما من طريقة سهلة لاستهلال مثل هذا الحوار، كما أن أي حوار غير هذا سيبتعد بنا عن الهدف المرجو. ولو كان الهدف من ذاك الحديث مستقبلي مع مركز هندسة البروتينات، فلقد أخطأه آلان. استهل آلان حديثه معي بقوله: إنه استمع إلى برنامج على راديو (BBC) يناقش التصميم الذكي ليطرح عليّ بعض الأسئلة بعدها بطريقة غريبة إلى حدٍّ ما:

ـ «أنت تعرف المدعو وليام ديمبسكي أليس كذلك؟».

ـ «نعم».

ـ «وأنت تعلم عن نظريته عن التصميم الذكي؟».

ـ «نعم».

ـ «أخبرني إذًا من هو المصمّم؟».

وكان هذا السؤال الأهم لدى منتقدي التصميم في ذلك الوقت. فقد ظنوا أن الجواب سيفضح خداع أنصار التصميم الذكي. لقد كان منتقدو التصميم الذكي يفترضون أن أنصار التصميم الذكي يخفون تعريف المصمّم لهذه الحياة ليبنوا نموذجًا من المذهب الخلقي يتجنب استخدام الكلمة التي يشمئز منها البعض (الإلٰه)، فيتمكنوا بالتالي من تدريسه في المدارس العامة في الولايات المتحدة.

في الحقيقة، لم يفضح السؤال إلا حيرتهم حول ماهية التصميم الذكي.

كيف يمكنك ملاحظة فهم خاطئ للتصميم الذكي

الحقيقة هي أن مذهب التصميم ومذهب الخلق لطالما كانا متباينين

بشكل أساسي في المنهجيات والافتراضات الأساسية؛ فالخلقية تبدأ من الالتزام بفهم محدد لنصوص سفر التكوين الإنجيلية وتسعى إلى الموافقة بينها وبين البيانات العلمية، أما على الطرف المقابل فنجد التصميم الذكي يبدأ من الالتزام بالمبادئ العلمية الأساسية، ويظهر لنا كيف أن تلك المبادئ تجبرنا في النهاية على ربط الحياة بمخترع ذي هدف؛ أيْ: بمصمم ذكي. لا يقر مؤسسو التصميم الذكي هذا الوصف الضبابي لأنهم يريدون دسّ مفهوم (الإله) في العلم خفيةً؛ بل لأن الانتقال من «مصمم ذكي» إلى «الإله» يحتاج أمرًا يتجاوز المبادئ العلمية الضرورية.

ينشأ الالتباس حول التصميم الذكي من التباس أكبر حول ماهية المبادئ العلمية الضرورية هذه. ينهج التصميم الذكي منهجية الحد الأدنى (minimalist)، فإن كان العلم هو تطبيق التفكير والملاحظة لاكتشاف الحقيقة المجردة حول العالم المادي، فعندئذ يتطلب القيام بالعلم قبول بعض الأمور التي لا خلاف حولها. فأولًا علينا القبول بوجود الحقيقة الموضوعية كما نفعل جميعنا بطبيعتنا. ثم علينا القبول باختصاص بعض تلك الحقائق بالعالم المادي وأن بعضها قابل للاكتشاف من قبل الملاحظة البشرية والاستدلال المنطقي. وبما أننا جميعنا منخرطون في تلك الرحلة الاستكشافية منذ العصور الأُولى فإننا نقبل هذه الافتراضات بشكل طبيعي. هذا هو كل شيء.

في الحقيقة سيسبب إضافة أي شيء إلى مجموعة الافتراضات الأساسية هذه مشكلتين خطيرتين، الأولى هي إنتاج تعريف منمق للعلم يستبعد ما لا يجب استبعاده، وأعني بذلك: أي عمل مرتبط بمجموعة المبادئ الأساسية وغير مرتبط بذلك التنميق. على سبيل المثال: إذا ما أصرت مجموعة على استحالة ممارسة العلم بالشكل الصحيح ما لم يقبل وجود حياة على الكواكب الأخرى فعندئذ سترفض تلك المجموعة التفكير في أي عمل آت من مجموعة تحمل مبادئ مناقضة لمبدئهم، حتى وإن كان عمل هذه المجموعة هو علم صحيح لا غبار عليه. والأدهى أن هذا التنميق سوف يضغط على العلماء ليقبلوا أجوبة خاطئة بسبب رفضهم الأجوبة الصحيحة؛ لأنها «غير علمية».

بالرغم من الغرابة التي يبدو عليها هذا الموقف إلا أنه ليس محض افتراض. إذ تمثّل وجهة النظر العلموية المتطرفة المشار إليها في الفصل الأول ـ مذهب العلموية ـ مثالًا واضحًا عن نسخة العلم المنمّقة والظاهرة اليوم بشكل بارز. وسبب تمسّك أنصار هذا النموذج الذي يرى أن العلم هو المصدر الوحيد المشروع للحقيقة يعود إلى تمسكهم بالمادية أيضًا. وهذا ما يُلزِمهم بفكرة عدم وجود أي شيء سوى المادة، ولأن العلم هو الطريقة الوحيدة لمعرفة حقيقة المادة، فهذا ما يقودهم لاستنتاج أن العلم هو المصدر الوحيد للحقيقة. ولكن هذا الالتزام بالمادية في حدّ ذاته لا حاجة له إطلاقًا في مجال العلم؛ وهو الذي يجعل هذا التنميق أمرًا ضارًّا.

سنرى لاحقًا في رحلتنا كيف يتهاوى مذهب العلموية مع سقوط المادية، وسيتضح أن ما نملكه من حدس التصميم أمر نافع للعلم، وسيتضح أن العلموية هي فلسفة فاشلة. أما الآن فلنتذكر فقط أن العلموية تجعل نفسها ريشة في مهب الريح باستنادها إلى المادية التي لا مكان لها في العلم.

في منتصف مارس

لم تقُد أسئلة آلان في ذلك الصباح من شهر فبراير إلى أي شيء، إلا أن التوتر المحيط بالتصميم الذكي الآخذ بالتزايد في عام ٢٠٠٢م، بالإضافة إلى الطريقة التي تسبب بها هذا التوتر في مفاقمة المشاكل التي نتجت عن انهيار نتائج ميريام، جعلاني أعتقد أن الوقت الذي عملت فيه في مركز هندسة البروتينات قد شارف على الانتهاء. ولكنني فكرت أنني لو أصبحت ـ بطريقة ما ـ الحل لتلك المشاكل، فذلك يؤمّن وضعي ومنصبي. لقد تنازلت عن فرصة قيادة طلاب ميريام لأن عملينا كانا في اتجاهين متناقضين. أما الآن وبعد أن أصبحوا على وشك هجر مشروعاتهم فإن فكرة إنقاذها عن طريق النظر إليها بالعكس أصبحت فكرة واعدة. بعبارة أخرى، فلو استطعت حمل آلان والتلاميذ على التفكير في تفسير تلك النتائج على أنها دليل على صعوبة تحويل الأنزيم لجعله يمتلك وظيفة جديدة ـ لا سهولة ذلك ـ فأنا مستعد لإدارة

الفريق. وعليه اقترحت اجتماعًا لمناقشة الفكرة ورحب آلان بفكرة الاجتماع وكذا التلاميذ وعليه جدولنا الموعد في آخر أسبوع من شهر فبراير من العام ٢٠٠٢م.

يضحكني الآن استخفافي الكبير بصعوبة حمل الناس على اعتقاد أمر معاكس عبر ساعة نقاش أو اثنتين، إلا أن أيًّا من هذا لم يكن مضحكًا في وقتها. مستعينًا بالرسوم التوضيحية والعبارات الرصينة لتوضيح حجتي حملت على عاتقي تحدي إقناع البروفيسور آلان صاحب منصب هيرشيل سميث (Herchel Smith) في الكيمياء العضوية في كامبردج، والذي تصادف أيضًا أنه عضو في الجمعية الملكية ومشرف على مركز جامعة كامبردج لهندسة البروتينات، مع نصف دزينة من طلاب الدكتوراه أيضًا، بأن آراءهم حول نشأة البروتينات كانت خاطئة، وأنه يمكن دمج المشاريع الفاشلة مع مشروعي للحصول على حجةٍ متماسكة للرأي الصحيح. ومن نافلة القول أنّ محاولاتي للإقناع لم تُكلل بالنجاح.

ولكن بعد سنة ظهرت مقالة في المجلة العلمية (New Scientist) حول المعهد البيولوجي (Biologic Institute) (عنوانها: «مختبر الإله»[١]) كشفت عن أن أحد زملائي في مركز هندسة البروتينات كان يضغط على آلان ليطردني بسبب صلاتي بالتصميم الذكي. قالت المقالة بأن آلان رفض فعل ذلك قائلًا: «لطالما كنت متساهلًا مع العاملين في المختبر. لقد قلت بأني لن أطرده، إنه كان يسأل أسئلة مشروعة حول كيفية انثناء البروتينات»، وفقًا لهذه المقالة، فقد تركت مركز هندسة البروتينات بعد «خلاف كلٍّ من آكس وفيرشت حول مقتضيات العمل الجاري في مختبر فيرشت».

الحقيقة هي أن آلان استسلم في النهاية للصوت الداخلي المطالب بفصلي بالرغم من أنني أصدّق كلامه عن أنه قاوم الأمر في البداية ولو لبعض

---

(١) "The God Lab: Advocates of Intelligent Design Have a New Strategy, and It Has Science at Its Centre," *New Scientist*, December 16, 2006, 8-11.

الوقت، وعندما اتخذ القرار في النهاية فسرت ارتباك تصرفاته على أنها دليل على عدم رغبته فعلًا القيام بهذا الأمر، ولم يجرِ بيننا حديث ودي ولا حتى تبادلنا كلمة وجهًا لوجه. وعندما تجمع الكل ليودعوني وفق الطريقة المعتادة تغيب آلان عن الوداع بشكل واضح، وكان كل ما تلقيته منه بريدًا إلكترونيًّا عبر مساعِدَته في الحادي عشر من مارس من العام ٢٠٠٢م، يوجز فيه القول عن «عدم كفاية الأماكن في مخابر» مركز هندسة البروتينات وموضحًا الحل بقوله: «أرجو منك الخروج وبأسرع وقت ممكن، مع انتهاء شهر مارس كحد أقصى».

في النهاية كانت المساحة المطلوبة بالضبط هي مساحتي، وبعد وداع الكل ودعّت المركز والمختبر الذي في آخر الرواق: مختبر البيولوجيا الجزيئية.

الضمير والشجاعة

الحقيقة هي أني ربما اتخذت نفس القرار الذي اتخذه آلان لو كنت في مكانه؛ لأن تحدّي القصة التطورية في نهاية المطاف كان اختياري أنا، ولم يكن اختياره، وأنا الذي قبلت بمجازفة الاستمرار في بحثٍ أعلم أنه سيقود إلى الاصطدام مع المؤسسة العلمية. وبما أنني لم أستشر آلان في هذا الطريق الذي سلكته فسيكون من الوقاحة أن أظن أنه سيرغب في تحمل جزء من مخاطر هذا الطريق عني.

وقد جاء ما يؤكد مخاطر الطريق الذي اخترته ومن جميع جوانبه وذلك خلال ذات الأسبوع من شهر مارس سنة ٢٠٠٢م. فقد تصدرت صفحات جريدة الغارديان ـ الجريدة البريطانية المشهورة ـ في ظهيرة يوم الجمعة الثامن من مارس قصة بدأتها بنسختها الخاصة من إثارة الذعر وإطلاق صافرة الخطر قائلة:

> «سيطر المسيحيون الأصوليون غير المؤمنين بالتطور على مدرسة ثانوية حكومية في إنكلترا. وفي تطور قد يذهل الكثير من الآباء البريطانيين،

فإن المعلمين الخلقويين في جامعة المدينة التقنية في غيتس هيد (Gateshead) يهدمون التدريس العلمي لمادة البيولوجيا لصالح إقناع التلاميذ بصحة النصوص الإنجيلية»[١]

أطلق هذا سربًا من مطلقي صفارات الخطر، وخلال أيام كان رئيس الوزراء توني بلير يجيب عن أسئلة حول الموضوع في مجلس العموم البريطاني (House of Commons)[٢] وفي هذه الأثناء في يومي الاثنين والثلاثاء ١١ ـ ١٢ مارس، نشرت الجريدة النيويوركية (Newsday) مقالًا من جزأين بعنوان: الخلق في مقابل التطور[٣] والذي تضمن هذه الإشارات التحريضية إلى عملي قائلةً:

> في هذه الأثناء يشير أنصار التصميم الذكي إلى خط بحثي ثالث على أنه «أكثر تقدم واعد ننتظره في السنوات القليلة التالية» مرة أخرى، ها هي عقبة جديدة محتملة في طريق التطور. إذ يقدم بحث دوجلاس آكس من مركز هندسة البروتينات في كامبردج بإنكلترا، مبدأ يدعى «الحساسية الوظيفية الشديدة» والذي يربط وظيفة البروتينات النوعية بالتغيرات التي يسمح بها في تسلسلات أحماضها الأمينية. تمت الإشارة إلى فرضيات آكس في مقالة نشرت منذ عامين في مجلة البيولوجيا الجزيئية، إلا أن ديمبسكي وآخرين يقولون أن آكس يخطط إلى نشر نتائجه الكاملة قريبًا و«سيحدث هزة كبيرة»[٤]

لم أكن قد قلت شيئًا مثيرًا كهذا. عندما سألني الصحفي برين نلسون (Bryn Nelson) من جريدة (Newsday) في أول شهر مارس فيما إذا كنت أظن أن نتائج بحثي المنشور في مجلة البيولوجيا الجزيئية في ٢٠٠٠م؛ يعني: أن

---

(١) "Top School's Creationists Preach Value of Biblical Story over Evolution," Guardian, March 8, 2002, www.theguardian.com/uk/2002/mar/09/schools.religion.

(٢) "Creationism Row Reaches UK," New Scientist, March 14, 2002, www.newscientist.com/article/dn2045-creationism-row-reaches-the-uk.html#.VIJV976QTO9.

(٣) "More Than Three-Quarters of a Century after the Scopes Monkey Trial, Darwin's Opponents Aren't Even Thinking of Giving Up," Creation vs. Evolution, part 1, *Newsday*, March 11, 2002.

(٤) "Six Days of Creation: The Search of Evidence; A Widening Movement against Evolutionary Theory Seeks Scientific Support," Creation vs. Evolution, part 2, *Newsday*, March 12, 2002.

الأنزيمات التي درستها لم تنشأ بطريق التطور، كنت حريصًا على حصر ردي في إطار ما أظهره بحثي المنشور فقلت:

«لا أظن أن البيانات المنشورة في بحث مجلة البيولوجيا الجزيئية تسمح للمرء بالوصول إلى ذلك الاستنتاج، كل ما يكشفه البحث هو أن القيود المفروضة من قبل الوظيفة على التسلسل مرتفعة بشكل عال وغير متوقع، وهذا ما يطرح بعض الأسئلة المهمة التي تحتاج إلى المزيد من البحث، وآمل سبرها بشكل أفضل»(١).

بالطبع، وكما صرحت لآلان والطلبة المتخرجين، فقد كنت أقوم بسبر تلك الأسئلة بشكل أفضل، وكان لدي إحساس حول ما سوف تقود إليه النتائج، إلا أن آخر ما كنت أريده هو وضع بحثي القائم موضع الخطر عبر الحديث عن أعمال غير منتهية مع صحفي.

سرعان ما تبددت العاصفة الإعلامية واستطعت في النهاية إتمام المشروع الذي وصفته لآلان والطلبة في معهد بابراهام (Babraham)، بالقرب من جامعة كامبردج. وقُبلت الدراسة كما قُبلت الدراسة السابقة للنشر في مجلة البيولوجيا الجزيئية الصادرة في أغسطس من العام ٢٠٠٤م(٢).

استمر التوتر بعد العاصفة على أية حال، ولايزال حتى يومنا هذا، كما استمرت تفسيرات مذهب العلموية لهذا التوتر. فطبقًا لوجهة النظر المشهورة والشائعة اليوم فإن المؤمنين والذين يسعون لتحدي الداروينية هم في الحقيقة يقحمون الدين في العلم، وإن أخذت تحدياتهم تلك مظهرًا علميًّا. ولذا نحتاج إلى تحذير الجميع من أن ينخدعوا بسبب المظاهر. أطلقوا صافرات الإنذار! الأجندة الدينية هي العدو الذي يهدد المجتمع العلمي وعلى جميع المتنورين الدفاع عن العلم ضد هذا العدو، هذا ما بلغنا(٣).

---

(١) بريد إلكتروني شخصي من دوجلاس آكس إلى برين نيلسون (Bryn Nelson)، الثلاثاء ٥ مارس ٢٠٠٢.

(٢) D. D. Axe, "Estimating the Prevalence of Protein Sequences Adopting Functional Enzyme Folds," *Journal of Molecular Biology* 341 (2004): 1295-315.

(٣) للاطلاع على مثال موسّع عن إطلاق التحذيرات، انظر: باربارا فورست (Barbara Forrest) وبول آر. غروس =

على أية حال فإن المشكلة الحقيقية أمام العلم ليست في أن يكون للناس أجندات (لأن هذا هو الحال دومًا)؛ بل في مأسسة تلك الأجندات. هذه هي مشكلة التنميق التي ناقشناها سابقًا، فحالما تتمأسس نظرة منمقة للعلم فسيتحول قمع أي صوت معارض أمرًا لا مفر، وما يتبع هذا من نتائج متوقعة. فكل من يعارض أجندات المؤسسة الراسخة سيوسم على أنه «ضد العلم» من قِبل تلك المجموعات العاملة على حماية الأجندة، وسيفرض الخوف من الوسم وبسرعة الطاعة بين الخانعين.

إلا أن شيئًا أعظم من العلم يتعرض للخطر هنا، ولكي تدركه عليك العودة إلى السؤال الذي طرحناه في البداية: **لماذا أو: لمن ندين بوجودنا؟** عند التأمل في هذا نرى أن أهم ثمن ندفعه عند التسليم لمن يعارضنا ليس انتهاك إحساسنا بالمنافسة العادلة، ولكن الاشتراك في البخس المنهجي لقيمة الحياة البشرية. إنه ثمن بقائنا صامتين في الوقت الذي يُلقّن فيه الشباب ـ المدرك في قرارة نفسه بأنه صنع يد «مصمم يبدو كإله» ـ رسالة بديلة وهي أنه إنما جاء وفق مصادفة كونية كنتيجة عابرة للانتخاب الطبيعي.

يقدم بروفيسور علم النفس ديفيد باراش (David Barash) في جامعة واشنطن هذه الرسالة المعتمدة لمئتي طالب جامعي في كل عام في محاضراته حول سلوك الحيوانات، ويصرح ـ بصفته الأستاذية ـ لحضوره من الشباب الأسير بالقول: «كلما عرفنا أكثر عن التطور أصبح لا مفر من الاستنتاج الحتمي بأن الكائنات الحية بما فيها البشر ما هم إلا نتائج عمليات طبيعية لا

= (Paul R. Gross)، حصان طروادة للخلقية: مناورة التصميم الذكي (*Creationism's Trojan Horse: The Wedge of Intelligent Design*)، (أوكسفورد: صحافة جامعة أوكسفورد Oxford Univ. Press، ٢٠٠٤). قاد بحث فورست في هذا الكتاب بها إليّ عام ٢٠٠٠ ومرّة أخرى عام ٢٠٠١، وفي تلك اللحظة أصبح واضحًا أنّها أرادت مني أن أقول أنّ ورقتي البحثية عام ٢٠٠٠ في مجلّة البيولوجيا الجزيئية لا تضمّ مقتضيات تتعلق بالتصميم الذكي، وبعد رفضي منحها تعليقًا بذلك الفحوى، أكّدت فروست مع غروس للقرّاء بنبرة مذعورة نوعًا ما: «**ما من شيء** في تلك المقالة -بالتأكيد لا يوجد شيء صريح بمعنى الكلمة- «يدعم» التصميم الذكي. لم يبلّغ أحد من مختصي البيولوجيا الجزيئية أو بيولوجيا الخلية، من بين عديد من الزملاء الذين زرناهم، بعكس ذلك». انظر: الصفحة ٤١ (التوكيد من الأصل).

أخلاقية بحتة، ولا توجد أي دلالة على خالق رحيم قدير»[1] تنطوي أجندته بشكل واضح على معاملة السلوك البشري على أنها مثال آخر عن السلوك الحيواني الذي يعتقد بأنه في النهاية مفسر عبر التطور.

إن اتضح أن هذا التفسير غير صحيح، فسيكون تلقينه هذا مصيبة حزينة متوقعة. إن باراش يؤمن بالباطل الذي غُرس فيه عندما كان طالبًا، ولإيمانه به فإنه يتولى اليوم مسؤولية غرس ذلك الباطل لدى الشباب أيضًا. إلا أن حقيقة توقعنا لأفعاله هذه لا تجعلها أقل ضررًا. تأمل لبرهة تلك الرؤية السوداوية التشاؤمية (dystopian) عن جيل بشري يؤمن في قرارة قلبه بأنه ليس إلا حوادث بهيمية تدافع عن نفسها في عالم تكون الأخلاق فيه ضربًا من الخيال، وستستوعب الخطر الحقيقي.

ما أحوجنا إلى أبطال هنا، ولدينا كل الحق لنعتقد أنهم سيتولون المواقف الواضحة في كل جيل. في النهاية إذا ما أطلقوا صافرة الإنذار في وجهك فهذا ثمن قليل تدفعه مقابل شرف الدفاع عن وجود الحقائق الأخلاقية، وإن ظننت أن هؤلاء الأبطال لا بد أن يمتلكوا شهادات الدكتوراه فآمل أن أقنعك بعكس ذلك في الفصل التالي. فعندما يتعلق الأمر بالدفاع عن السؤال الكبير حول نشوئنا فكل واحد مؤهل علميًّا للقيام بذلك.

---

(١) David P. Barash, "God, Darwin and My College Biology Class," *New York Times*, September 27, 2014; www.nytimes.com/2014/09/28/opinion/sunday/god-darwin-and-my-college-biology-class.html?_r=0.

Date: Tue, 26 Mar 2002 12:11:31 -0500 (EST)
Subject: Re: query

Doug:

Forgive me if I'm wrong, but I get the feeling -- call it 'body language' -- that you are avoiding directly answering my questions. I think you know what I'm asking. You have indicated in the past that your work has nothing to do with ID, yet your affiliations and conversations with Dembski seem to indicate otherwise. You can't have it both ways. Are you sort of quietly, or unobtrusively, trying to get ID friendly research into the literature, or are you not? Are you afraid that by being openly supportive of ID your reputation will be besmirched among your colleagues? Frankly, the fact that Dembski keeps mentioning your work even though you claim no link to ID smells sort of fishy. So, what's going on?
BP

We will first understand how simple the universe is
when we recognize how strange it is.
John A. Wheeler

We miss you, Carl...

Barry A. Palevitz, Professor

Date: Thu, 18 Apr 2002 17:15:35 +0100 (BST)
Subject: Re: query

Barry-

I've been away for a couple of weeks.

In answer to your questions, I've been neither evasive nor inconsistent.

I'm open to the possibility of an evidence-based design argument in biology, and that explains the connection to the Discovery Institute. At the same time, I haven't yet seen the evidence to justify such an argument, and that explains why I haven't put such an argument forward or defended arguments that others have put forward.

Like you, I'm well aware that preconceptions can color one's thinking. Perhaps unlike you, though, I'm also aware that since we all have them, we're all susceptible to their influence. Sympathy toward design arguments is no more capable of clouding the mind than antipathy is.

In the end, I'm much more interested in whether arguments are good or bad than in the personal reasons behind the errors in the bad ones. To tell whether an argument is good or bad, you don't need to worry about what may have unduly influenced someone's thoughts; you simply examine the argument.

Regards,

Doug Axe

التاريخ: الثلاثاء ٢٦ مارس ٢٠٠٢م
الموضوع: رد: استعلام

دوجلاس:

اعذرني إن أخطأت، إلا أن شعورًا ينتابني ـ سمه «لغة الجسد» ـ بأنك تتجنب الإجابة مباشرة على أسئلتي وأظنك تعرف عما أسأل. لقد أشرت في الماضي بعدم ارتباط عملك بالتصميم الذكي أما الآن فقد باتت اتصالاتك وعلاقاتك بدمبسكي تشير خلاف ذلك. لا يمكنك أن تنال كلا الحُسْنَيَيْن هنا، أتراك تحاول بهدوء وبدون لفت انتباه إدراج الأبحاث الموالية للتصميم الذكي في الأدبيات العلمية أم لا؟ أتخشى من أن يلطخ انفتاحك ودعمك التصميم الذكي سمعتك بين زملائك؟ بكل صراحة، إن إشارة دمبسكي الدائمة لعملك بالرغم من زعمك عدم وجود ارتباط بينك وبين التصميم الذكي لأمر يثير الريبة. فما الذي يحصل حقًّا؟

باري بالفيتز

«أول إدراك لنا عن مدى بساطة الكون يكون في إدراك شدة غرابته»
جون أ. ويلر John A. Wheeler

نفتقدك يا كارل..

البروفيسور باري باليفيتز
التاريخ: الخميس ١٨ إبريل ٢٠٠٢م
الموضوع: رد: استعلام

باري..
كنت مسافرًا لعدة أسابيع، وجوابًا على أسئلتك، لم أكن متهربًا ولا متناقضًا.

أنا منفتح ومستعد لقبول احتمالية حجة لصالح التصميم الذكي في البيولوجيا مثبتة بالدليل، وهذا يشرح الارتباط بمعهد ديسكفري. في ذات الوقت لم أرَ بعد أي دليل يثبت تلك الحجة، وهذا يفسر عدم طرحي لمثل هذه الحجة أو الدفاع عن حجج أخرى من التي يطرحها الآخرون.

أدرك مثلك تمامًا أن الأحكام المسبقة توجه طريقة تفكير المرء. وربما بخلافك، فأنا أدرك أن جميعنا معرض لتأثيرها لأننا جميعًا نمتلكها. فالتعاطف مع حجة التصميم لا يعكّر صفاء الذهن بأكثر مما تفعله معاداة التصميم.

أنا مهتم في نهاية الأمر فيما إذا كانت الحجة حسنة أم سيئة أكثر من اهتمامي بالأسباب الشخصية الكامنة خلف خطأ الحجج الفاسدة. وللحكم على حجة أنها حسنة أم سيئة لا تحتاج إلى التفكير فيما الذي أثّر على أفكار صاحب الحجة بل تحتاج ببساطة إلى فحص تلك الحجة.

تحياتي
دوجلاس آكس

لقد مثّل باري باليفيتز (Barry Palevitz) ـ البيولوجي في جامعة جورجيا والمساهم في تحرير المجلة الشهرية المسماة (The Scientist) ـ عقلية مطلقي صافرات الخطر في هذا البريد الإلكتروني الذي وصل بعد أن غادرت مركز هندسة البروتينات. لأنني علمتُ أن أي ردٍّ عليه قد يظهر في المجلة مغمورًا بتعليقات باليفتز «المناصرة للعلم»، فإشارته إلى تلطخ سمعتي تبدو كفعل طالب مدرسة ابتدائية متنمر يهاجم في ساحة المدرسة بتهكم ضحيته المجاورة بقوله: ما الأمر أيها الجبان؟ أتخشى أن ألكمك على عينك فتنقلب سوداء؟

الفصل الخامس

جرعة من العلم العام

بحلول عام ٢٠٠٤م وبالرغم من الأصوات المعارضة، فقد كنت على ثقة بأني استطعت تأكيد حدس مايكل دنتون بأن «البروتينات الوظيفية قد تكون نادرةً جدًّا»[١] فقد خمّن دنتون، كما أوردت في الفصل الثالث، أن العمليات العارضة تعجز عن إيجاد بروتينات وظيفية جديدة إن كانت تسلسلاتها الحمضية الأمينية أكثر ندرة من حوالي ١ من ١٠^٤٠ (١ متبوعًا بـ ٤٠ صفرًا)، وبإكمالي للتجارب التي وصفتُها لآلان فيرشت (Alan Fersht) وطلاب الدراسات العليا عام ٢٠٠٢م، أصبحت قادرًا على تحديد رقم للندرة الفعلية، وكان رقمًا فلكيًّا بالفعل. إذ وجدت أن مقابل كل تسلسل بروتيني جيد يوجد ١٠^٧٤ بروتينًا سيئًا. لقد وجدت أن البروتينات الوظيفية أكثر ندرة بـ١٠,٠٠٠,٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ ضعفًا من معيار دانتون! وما لم يدحض هذا الرقم بطريقة ما، فقد وجهت ضربة حاسمة لفكرة نشوء البروتينات من أسباب عارضة (بالصدفة).

وبالرغم من تلك النتيجة إلا أنني اكتشفت لاحقًا عدم واقعية تخميني بأن تجبر مثل هذه النتيجة علماء البيولوجيا التطورية لتعليق لافتات «متوقف عن العمل» على أبوابهم، فقد استمر تيار الإجماع العلمي بالتدفق باتجاه داروين خلال سنة ٢٠٠٤م وما زال إلى الآن.

أواصل اليوم إلحاحي لتغيير هذا التفكير بدرجة إلحاحي آنذاك، وهذا

---

(١) Michael Denton, *Evolution: A Theory in Crisis* (London: Burnett Books, 1985).

التغيير غير مرحب به الآن مثل أي وقت مضى؛ فالعلم الحقيقي لا يشبه النسخة المثالية التي اعتقدت بها في بداية رحلتي. ما زالت راية المادية التي ذكرتها في الفصل الأول ترفرف بفخر فوق المجتمع الأكاديمي، وما زال يُتوقع من الناس الذين يعملون تحت هذه الراية أن يظهروا الاحترام الواجب، وأي معارضة جدية تأتي بحماة هذه الراية بكامل عتادهم على وقع إطلاق صفارات الإنذار.

هذا الأمر يبدو واضحًا لي، لكن السؤال الأصعب كيف تُقَدم الحقيقة في وجه هذه المعارضة. اضطرني إدراكي الأول لضرورة إخضاع نظرية داروين لاختبار تقني دقيق إلى تكريس عقدين من مهنتي لهذه الضرورة، وأنا مقتنع أنني لم أضيع هذه السنين، ومع ذلك أصبحت مقتنعًا بضرورة أخرى متممة ومكافئة بالأهمية: بما أن معظم الناس لن يتقنوا الحجج التقنية أبدًا، فهناك حاجة ملحة لحجّة غير تقنية تصمد بمزاياها الخاصة، دون الاعتماد على أي دراسة تقنية.

وبوصفي خبيرًا فقد شاركت مباشرة في العديد من الدراسات العلمية الموصوفة في الفصول التالية، أعلم صحة الاستنتاجات التي توصلت إليها مع زملائي، وأعلم لِمَاذا نجد أن الدراسات الجيدة للآخرين التي تستعمل عادةً كحجج ضدنا لا تدعم هذه الحجج. أستطيع محاولة نقل هذه المعرفة لقرّاء هذا الكتاب، لكني أظن أنه بغض النظر عن عدد الفصول التي سأكرّسها لهذا الأمر، سيظل الإنسان غير المختص غيرَ خبير بعد أن ينهي الصفحة الأخيرة من الكتاب.

هل هذا الأمر مهم؟ ربما أود الإجابة بلا، ولكن يجب الاعتراف بأنه مهم. فأنا مجرد خبير واحد من بين كثير من الخبراء، الذين يخالف معظمهم استنتاجاتي أو يترددون بالاعتراف بموافقتها. لذلك سينقد الخبراء الآخرون الحسابات البسيطة للبحث البروتيني التي سأقدمها في الفصول التالية بالطبع، مما يترك غير الخبراء في موقف يحاولون فيه معرفة أي العلماء هم المحقون. والآن إن كان داروين مخطئًا كما أعتقد، فلا يمكن الدفاع عن نظريته بدرجة

تساوي إمكانية دحضها من حيث الوضوح والإقناع، وسأكرّس فصلًا كاملًا لهذه النقطة. ولكن يبدو أن تلك الحجج حتى ما يبدو ضعيفًا منها فإنه يستفيد من مكانة المحتجين بها. وبعد كل ما قيل وفعل، سيجد المراقبون غير الخبراء أنفسهم حتمًا عاجزين عن فعل أي شيء في الجدالات التقنية، إلا محاولة متابعتها وتسجيل نتائجها. ولكن هذا لا يحسم الأمر؛ لأن الفائز بجدال لا يعني أنه على حق.

بالنسبة لي، لا جدال في الأمر. فالحقائق العلمية متسقة تمامًا مع حدْس التصميم الكوني، وقد أزالت الدراسة التي أجريتها مع زملائي عن البروتينات بالنسبة لي الصراع الداخلي تمامًا. لكن إزالة الصراع الداخلي بالنسبة لك، سيتطلب شيئًا أكثر. ما يتطلبه الموقف الآن ليس نسخة مبسطة من حجة تقنية، وإنما إثبات أن الحجة الأساسية في أنقى أشكالها هي حجة بسيطة وليست حجة تقنية.

في الوقت الذي تفكرت فيه في كيفية الوصول لتلك الحجة، انتبهت إلى الحاجة للبدء بتصحيح سوء الفهم القائل بأن العلم شيءٌ لن يمارسه معظمنا أبدًا.

> **تنبع الحاجة الملحّة لحجة غير تقنيّة تصمد بمزاياها الخاصة، ودون الاعتماد على أي دراسة تقنية من حقيقة أن معظم الناس لن يتقنوا الحجج التقنية أبدًا.**

كل البشر علماء

نميل للتغاضي عن حقيقتين أساسيتين. الأولى: هي تحقق الكل من حدسه التصميمي عبر خبرته المباشرة، والثانية: هي أن هذه الخبرة ذات طبيعة **علمية**. إنها كذلك بالفعل. فالعلوم الأساسية جزء مندمج في طريقة حياتنا، وما من أحد منا إلا ويرصد العالم من حوله بدقة، ويضع ملاحظات عقلية لما رصد. ونستعمل كلنا هذه الملاحظات لبناء نماذج مفاهيمية عن كيفية عمل

الأشياء. كما نُحَسِّن هذه النماذج باستمرار كلما اقتضت الحاجة. ودون أدنى شك فإن هذا من العلم، وأنا أدعوه بالعلم العام (science common) لأوكد على صلته بمصطلح (common sense) (أي: المنطق السليم أو العلم البدهي المشترك).

نباشر بحثنا لفهم العالم منذ نعومة أظفارنا. فقبل زمن طويل من المشي، نبني نماذج عقلية بسيطة للجاذبية والتوازن. وقبل فترة طويلة من ممارسة الفن، نكتسب أفكارًا عن اللون والشكل والهيئة. وقبل أن نتحدث بفترة طويلة، نتعلم تصنيف الأشياء إلى فئات تنتظر المصطلحات التي نستعملها في النهاية للإشارة إليها. تستعمل كل هذه النشاطات المكونة للنماذج والكثير غيرها، قدرةً عقليةً فطريةً لمعالجة البيانات ـ أي: المعلومات التي نتلقاها من العالم برصده ـ وننغمس بالطبع في هذه النشاطات بشكل طبيعي جدًّا لدرجة أننا لا نفكر بها وِفق مصطلحات تقنية. ما أريد قوله هنا هو أن جميع تلك النشاطات ذات طبيعة علمية بالفعل، سواء رأينا الأمر بتلك الصورة أم لا.

يحترم العلماء المحترفون في الغالب هذه الرؤية الشاملة للعلم. فعلماء الفلك يتحدثون عن شروق الشمس وغروبها كما يتحدث بقيتنا.

لماذا؟ لأن هذه المصطلحات تمثل خبرتنا العامة وهي أكثر بساطة ومباشرة من وصفٍ صحيحٍ فيزيائيًّا مستند على دوران الأرض. بالمثل يُقَدِّم المدرسون الفهم التقني للشروق والغروب بطريقةٍ واضحةٍ لفهم الطلاب الحدسي، ولا يسخر أحد من الأطفال لاعتقادهم أن الشمس تشرق من الشرق وتغرب في الغرب لعلم المدرسين أن الفهم المسبق أساسي لتطوير فهم محسّن. فالنموذج البسيط ليس **خاطئًا** بمعنى: أنه يقدم توقعات خاطئة لكنه مجرد نموذج **غير كامل** من حيث أنه لا يقدم بصيرة سببية. كما يستوعب الأطفال النموذج الأكثر اكتمالًا بسهولة عندما يرون كيف يتسق مع نموذجهم الأبسط.

تستمر هذه النزعة لرؤية الفهم المسبق كأساس للفهم المُنَقح إلى ما بعد نضج الأطفال، وحتى في الحالات التي يستبدل بها الفهم الجديد القديم. لا يبدأ المعلم لقوانين نيوتن عن الحركة بإخبار الطلبة بالتخلي عن فهمهم المسبق لكيفية حركة الأشياء. فإخبار الشباب الذين أتقنوا السباحة وركوب الدراجات والتزلج على اللوح ألا خبرة لديهم عن الحركة ولا فهم صحيح لها أمر سخيف، تمامًا بدرجة سخافة إخبار الطلاب أنهم سيتعلمون في المرحلة التالية من الفيزياء خطأ كل شيء تعلموه عن ميكانيكا نيوتن. يبدو أن كل شخص يدرك أن مشروع صقل الفهم يفترض مسبقًا مراعاة عامة للفهم وإدراكًا متواضعًا بأنه غير مثالي أو كامل أبدًا.

الأمر الغريب هو ترك هذه المراعاة الأساسية عندما يصل الأمر إلى حدس التصميم الكوني. أقنعتنا قصة حساء الوحي (oracle soup) بأننا جميعًا نملك هذا الحدس، وسنرى الآن بمصطلحات بسيطة كيف يدعم العلم العام هذا الأمر. إذ لا يوجد الطوب ولا الفطور من تلقاء نفسيهما بل يحتاجان إلى صانع، ونعلم دون شك أنه عند تطبيق نفس الحدس على الحساء البدائي (primordial soup) بتلك الدرجة من الاطمئنان والثقة، فلن يقال لنا إلا أننا على خطأ.

لا يبذل الأشخاص المصححون لنا أي محاولة جدية لتحسين حدْس التصميم من أجل تفسير سبب عمل التصميم في حساء وفشله في الحساء الآخر، ويتوقعون منا ببساطة أن نتجاهل هذا التناقض. من الواضح أنه لا بد من استبعاد حدسنا التصميمي الموثوق من أجل نظرية داروين.

لكن لا يمكن استبعاد الحدس بسهولة. يدرك هذا الأمر عالمتا النفس اللتان اقتبست منهما في الفصل الثاني، أليسون غوبنك وديبورا كيليمين. والحل الذي تقترحانه هو أن يبدأ المعلم باستبدال حدس التصميم لدى الطلاب بقصة تطورية مناقضة للحدس بعمر مبكرة. حيث تقول غوبنيك: «قد يكون السر بتعليم الأطفال النظرية الصحيحة قبل أن ترسخ النظرية

الخاطئة»[1] لكن إذا كان حدس التصميم نتاجًا للعلم العام، فمن المؤكد أن معارضته باسم العلم ارتكابٌ لخطأ كبير.

العلم المفتوح

إدراك أن كل شخص مؤهل للقيام بالعلم وإثبات ذلك بالبرهنة على أن كل شخص يمارس العلم فعلًا هو خبر سارّ على عدة أصعدة:

أولًا، تبدّد هذه النظرة المفتوحة للعلم أسطورة النخبة التي قبلتها سابقًا كجزء من نظرتي المثالية للعلم. يمكننا ترك هذه الأسطورة تتبدد دون أن ننكر وجود مواهب استثنائية. فالفكرة هي أنه حتى أكثر الأشخاص ذكاءً هم في النهاية أشخاص معرّضون لكل التوترات والتناقضات الداخلية التي تؤثر على كل البشر، وليس هناك إنسان منزّه عن هذه العيوب العامة. لا ماكس بيورتس ولا غيره.

ثانيًا، يقضي العلم المفتوح على العلم التسلّطي عبر التأكيد على القيمة العلمية للرأي العام. وبما أن كل شخص يمارس العلم العام، فربما تكون كيفية تلقي العامة للمزاعم العلمية الشكل الأكثر أهمية لمراجعة الأقران (peer review). أما ما يفترضه العلماء المحترفون من أن شكّ العامة تجاه أفكار العلماء لا ينجم إلا عن جهل العامة فهو محض غرور. وإذا كان الجهل هو السبب؛ فالدواء هو بكل وضوح في التعليم. وعندما يتبين أن تلك طريقة غير فعالة أو مراوغة، يتوجب على العلماء المحترفين حينها العزم على كشف العيب في أفكارهم، وليس عند العامة.

هذا يقودنا إلى **القسم الثالث** من الخبر السارّ: تبني العلم المفتوح يخوّل الأشخاص الذين لن يحصلوا على شهادة دكتوراه (PhD) أبدًا ليصبحوا مشاركين كاملين في الجدالات العلمية التي تهمهم. بدلًا من مجرد متابعة جدالات الخبراء، يجب أن يتوقع العامة أن تصاغ القضايا المهمة التي تمس

---

(١) Alison Gopnik, "See Jane Evolve: Picture Books Explain Darwin," Mind and Matter, *Wall Street Journal,* April 18, 2014, http://online.wsj.com/news/articles/SB10001424052702304311204579505574046805070.

حياتهم بمصطلحات العلم العام. وبمجرد القيام بذلك، يصبح الكل مؤهلًا للدخول في الجدال. لا يطبق هذا بالطبع على صميم المواضيع التقنية. إلا أن أكثر الأمور أهمية التي تتعلق بكيفية عيشنا لن تكون تقنية في جوهرها أبدًا.

الحقيقة بسيطة وواضحة

وفقًا لحدس التصميم الكوني، فإن المهام التي نحتاج إلى المَعرفةِ لإنجازها لا يمكن القيام بها إلا من قبل شخص يملك هذه المعرفة. تبدو الملاحظة في الفصل السابق بأن «صناعة الأنزيمات الجيدة تتطلب مستوىً كاملًا جديدًا من البصيرة»[١] متوافقة مع هذا الحدس. فالأنزيمات الجيدة تأتي من البصيرة فقط ومهما كانت مكونات الحساء البدائي، فإنّ البصيرة ليست منها. والنتائج التي وجدتها مع زملائي عبر عدة سنوات من العمل في مجال الأنزيمات تنسجم مع حدس التصميم. وعندما نفحص الطرق المقترحة التي يُفترض بها اختراع الأنزيمات عبر عمليات تطورية عرضية ومن دون بصيرة، نجد بانتظام أن هذه الأطروحات غير مقبولة.

أعتقد أن أساس إيجاد طريق غير تقني يوصل لذات الاستنتاج، هو الابتعاد عن التجارب التي تثبت باستمرار لامعقولية السيناريوهات التطورية وطرح سؤال عن إمكانية وجود سبب بسيط يفسر هذه اللامعقولية المستمرة. يؤسس منطقنا السليم القائل باستحالة ظهور التعليمات بالصدفة في حساء من حروف الأبجدية على مبدأ بسيط وواضح. كما أن المبدأ ذاته، بغض النظر عن ماهيته، يجب أن يفسر السبب الكامن وراء استحالة ظهور البروتينات التي ندعوها أنزيمات بالصدفة. فحدس التصميم الكوني المذكور في الفصل الثاني يشبه إلى حدٍّ ما القانون، ويصف ما هو مستحيل، لذا لا بد من تفسير بسيط لتماسك هذا القانون. والسؤال هنا لماذا لا يمكن إنجاز المهام التي نحتاج إلى المعرفة لإنجازها إلا بوجود هذه المعرفة؟

---

(١) E. M. Brustad and F. H. Arnold, "Optimizing Non-natural Protein Function with Directed Evolution," *Current Opinion in Chemical Biology* 15 (2011): 201-10.

ستتضح الإجابة عن هذا السؤال في الفصول الأربعة التالية، وكما هو متوقع، سيكون المصدر هو العلم العام. الفكرة الأساسية التي يجب اصطحابها هي أنه لا يجب علينا النأي بأنفسنا عن الإقرار بالحدس التصميمي في الكوني لمجرد مخالفته الإجماع العلمي. مجتمع العلماء المحترفين مصدر موثوق للحقائق غير الجدلية، لكن كما رأينا وسنرى، لدى هذا المجتمع أيضًا عادة التمادي خارج هذه الحدود أو على الأقل، لدى العلماء المدعين امتلاك السلطة على هذا المجتمع. ضع ذلك في اعتبارك وتذكر أنه:

> حتى من لا يملك شهادات علمية معتمدة مؤهل للحديث مع الخبراء عن أمور العلم العام.

الفصل السادس

الحياة جيدة

بعد إثبات أننا جميعًا قادرون على التفكير مثل العلماء، وأنه لا ينبغي قبول كل ما يعتقده المختصون حول الحياة قبولًا أعمى، فإن خطوتنا التالية هي تدبر كيف نفكر نحن في الحياة.

يفسر «عامل الإبهار» بعضًا من جماليات الحياة، وخاصة أشكالها الغريبة، ولكن ما يجعل الحياة جميلة وجذابة بشكل فريد أمرٌ أعمق من مجرد «الإبهار»، وأظن أنه أقرب لوجود الغاية. إن الأعاصير تحتل مرتبة متقدمة في قائمة ما يثير الدهشة بفضل قوتها الباطشة، ولكنها في الوقت الذي تفعل ما تفعله بقوة كبيرة إلا أنها لا تسعى لفعله. وإذا تأملنا شأن العناكب مثلًا فسنرى أنها تسعى لإمساك الحشرات، حتى عندما تحاول تلك الحشرات الهروب من شباكها. إن الخوف الذي تثيره الأعاصير في نفوسنا حقيقي تمامًا كالخطر الذي تمثله، أما الخوف من الكوغر (الأسد الأمريكي) الرابض فيختلف عن ذلك بشكل واضح لأنه خوف من نية الأذى. وليست هناك حيل بإمكاننا أن نستخدمها مع الأعاصير لأنها لا تملك عقولًا، أما الأسود فتلك قصة أخرى.

من الصعب تحديد ما إذا كانت الأفعال التي تقوم بها أشكال الحياة البسيطة جدًّا ـ مثل التحور الغريب للأميبا الباحثة عن الطعام ـ تتضمن وعيًا على مستوى بدائي ما، وأظن أن الأميبا أقرب للآلة من الأسد من هذا الوجه، ولكنها على الأرجح شديدة الاختلاف عن الآلة من وجوه أخرى. هناك تشابه سطحي ـ على الأقل ـ بين آلات معينة وبعض الأشكال البسيطة من الحياة، فمثلًا لو أردت اختيار آلة تشابه الأميبا لاخترتُ تلك الروبوتات الزاحفة التي

تُستخدم لتنظيف حمامات السباحة، فهي تتحرك بلا كلل بحثًا عن الشوائب بدلًا من الطعام، ولكن حركتها تشبه حركة الأحياء في تعقيدها.

ينبغي أن نقتنع من مشاهدتنا لتلك الروبوتات بأنه لا يلزم أن يكون الشيء واعيًا حتى نلاحظ وجود نية عند مشاهدته؛ فكل من سيشاهد الروبوت سيلاحظ أن التفاصيل الدقيقة في سلوك الروبوت اللحظي ـ مثل الزحف على أرضية المسبح وتسلق جدرانه وشفط الماء والشوائب بصوت مسموع والعودة للماء مرة أخرى ـ تتراكم على نحو متماسك لتمثل مستوى أعلى من السلوك يجعلنا ننسبه إلى غاية. عندما يرى المرء هذا الروبوت لأول مرة وهو يعمل سوف يربط كل تلك الملاحظات ببعضها بعد بضعة دقائق ويقول: «اها! هذه الآلة تنظف المسبح!».

وكذلك الحال مع الحياة، وإن كان بصورة أكبر. إن رؤية الطفل لأول مرة عنكبوتًا تبني شبكتها تشعره بالاهتمام تحديدًا عندما يرى أن كل الحركات الصغيرة تتجمع مع بعضها في تصميم كامل مبهر بصريًّا، ويرى الطفل في ذلك نيةً، وإن كانت وظيفة الشبكة لا تزال غامضة بالنسبة له. وهكذا حالنا، إن النتيجة الكاملة تنال منا أهمية إدراكية تتجاوز بكثير أي أهمية نلاحظها في الأفعال اللحظية الصغيرة بحد ذاتها، مثل ثني العنكبوت مفصل رجلها أو الإمساك بخيط أو إطلاقه أو ابتداء إفراز خيط الحرير أو توقفه. من السهل أن نتصور تتابعًا من الأفعال الصغيرة المتشابهة تتجمع مع بعضها لتنتج فوضى لا فائدة منها، ولكن ما نراه يختلف تمامًا عن ذلك؛ فقد اتضحت أهمية تلك الأفعال الصغيرة؛ لأنها أنتجت غاية مهمة، ولا مفر من الاقتناع بأنها كانت الغاية المقصودة، ولم تكن العنكبوت تضيع وقتها بلا سبب.

لكن النشاط لا يعطينا هذا الانطباع في كل الأحوال؛ فأحيانًا يكون التأثير الكلي مجرد مجموع التأثيرات اللحظية. إن المطر الخفيف ينتج بركًا صغيرة في الشارع، ولو استمر سينتج بركًا أكبر، ولكن حتى لو ظلت السماء تمطر إلى أن يغرق الشارع ويُسَدَّ تمامًا فلن يترك ذلك لدينا انطباعًا بأن الأمطار أو السحب كانت تنوي أن تسدّ الشارع؛ فالمطر لا يبدي مظهر ذكاء

ولا نشعر بأنه تصوّر شيئًا ما واجتهد بمهارة في تحقيقه. إن المطر الغزير ليس له ميزة إدراكية أكثر من المطر الخفيف، وهذا على العكس تمامًا من ملاحظة عمل العنكبوت، نعم، قد يتسبب المطر الغزير في عواقب عملية هامة ولكننا لا نحتاج إلى مفاهيم جديدة لإدراك ذلك؛ فلو كنت تعلم معنى المطر ومعنى الغزير فستفهم معنى المطر الغزير.

إن المطر يحدث، لكن الحياة لا تحدث ببساطة، أو على الأقل هذا ما آمل أن أقنعكم به. إن الحياة تختلف تمامًا عن المطر لدرجة أننا نحتاج ألفاظًا جديدة لمجرد أن نفكر فيها بوضوح.

الكليات النشطة والمشروعات الكلية

طبقًا لقاموس أكسفورد، الكل (whole) هو «الشيء الكامل في نفسه»، وطبقًا لهذا المعنى تعتبر العناكب وروبوتات المسبح كليّات، في حين أن العواصف الرعدية وأكوام الرمال ليست كذلك. إن الظروف التي تعجل بانتهاء العواصف الرعدية أو الأفعال التي تقسم كومة من الرمال تنتج أشياءً شبيهة بالشيء الأصلي، وإن كانت أصغر، ولكن على النقيض ينتج تشريح العنكبوت أو تفكيك الروبوت أشلاء أو أجزاء، وهي أشياء لا تُقارن بالكليات الأصلية التي نتجت عنها.

رغم أن الأمر ذاته ينطبق على ذرة الكربون أو الشمس ـ كلاهما يملك خصائص لا تنتج من مجرد تراكم الأجزاء المكونة لهما ـ لكن لا يُظهر أي منهما **نية** مثلما يظهرها الروبوت والعنكبوت؛ لذلك يمثل العنكبوت والروبوت مثالًا على نوع خاص من الكليات، وهي الكليات التي تبدي نية للقيام بمشروع ما وإكماله. وقبل أن أستمر في توضيح فكرتي، يجب أن أقول أن وجود هذا النوع الخاص من الكليات لا يعني إطلاقًا أن الأشياء خارجنا ـ مثل الذرات والنجوم ـ غير مقصودة أو غير مدهشة، وإنما أقصد ببساطة أن تلك الأشياء التي استبعدتها لا تبذل مجهودًا لأداء عملها مثلما يفعل الروبوت أو العنكبوت، على الرغم من أن لها مقصدها الخاص.

نحتاج لمصطلح يصف هذه الكليات الخاصة، الكليات التي يبدو أنها تحاول أن تحقق شيئًا ما، وكوسيلة بسيطة لتقريب الفكرة سأصف هذه الأشياء بالكليات النشطة (busy wholes). هذه الكليات النشطة هي أشياء نشطة تجعلنا ندرك وجود النية لأنها تحقق نتيجة كبيرة عن طريق جمع أشياء أو ظروف صغيرة مع بعضها بالطريقة الصحيحة. النتيجة الكبيرة هي أيضًا كليّة، وسوف نسميها مشروعات كلية (whole projects). إذًا الكليات النشطة هي أشياء كلية تقوم بمشروعات كلية. عندما نرى مشروعًا كليًّا بعد انتهائه وندرك حقيقته فإننا ندرك تلقائيًّا وجود نية، سواءً رأينا كيفية إنجازه أم لا

سنستخدم مصطلحين هما

مشروعات كلية: نتيجة كبيرة لا تتحقق إلا بجمع الكثير من الأشياء أو الظروف الصغيرة مع بعضها بالطريقة الصحيحة.

الكليات النشطة: شيء نشط ينجز مشروعًا كليًّا.

إن حدسنا بالتصميم يعطينا تفسيرًا واضحًا لهذا الإدراك، فعندما ندرك أن موقفًا أو شيئًا ما هو مشروعٌ كليٌّ مكتمل، نعرف أنه كان هنالك عمل مطلوب إنجازه، وبدقة أكثر ندرك أنه لا بد من عمل ماهر لإنجاز هذا المشروع، أي عملٍ جُمعت من خلاله الأشياء الصحيحة في الوقت الصحيح. ومن خبرتنا نعرف أن المهارة تحتاج دومًا إلى التمييز ـ وهي القدرة على تفريق الأشياء الصحيحة من الخاطئة والطريقة الصحيحة من الطريقة الخاطئة ـ والتمييز يحتاج بدوره إلى المعرفة، وعندما ندرك إنجاز مشروع ما من النوع الذي يحتاج لمعرفة، نستنتج مباشرة أن واحدًا أو أكثر من ذوي المعرفة كانوا السبب في ذلك المشروع، وهذا ينتج بشكل طبيعي من حدس التصميم لدينا.

لاحظ أن هذا الاستنتاج ينطلق من النتيجة ـ المشروع المكتمل ـ وصولًا إلى الشيء النشط الذي قام بالعمل، ولاحظ أيضًا أننا استنتجنا المعرفة والنية بطريقة لا تتطلب منا أن نعرف من الذي كان يعرف أو ينوي. عندما نشاهد روبوت المسبح وهو يعمل نرى أن كل أفعاله الصغيرة تتجمع في مشروع كلي

مكتمل وهو تنظيف المسبح، ونحن نعلم أن إنجاز مثل هذه المشروعات يتطلب معرفة، ونعرف من حدس التصميم بأنه لا بديل عن المعرفة، ولكننا لا نظن إطلاقًا أن الكل النشط الذي قام بالعمل ـ أي: روبوت المسبح ـ يعرف أي شيء، وإنما ندرك أن الروبوت هو المحصلة الناجحة لمشروع كلي آخر أكثر إبهارًا، وهو تصميم وتصنيع ذلك الروبوت. الأعداد الهائلة من الكليات النشطة التي حققت هذا الهدف الأخير كانت بشرًا، مخترعين ومهندسين ومصممين وعاملي آلات وعاملي تجميع ومديري مشاريع... إلخ. إذن يُمكن تتبُّع المعرفة والنية اللتان أدركناهما عندما شاهدنا روبوت المسبح وهو يعمل لنصل في النهاية إلى المعرفة والنية البشرية، ويحدث هذا الإدراك سواءً تتبعنا صنعه أم لا.

تنجز الكليات النشطة مشروعاتها عن طريق تقسيمها لمشروعات أصغر بطريقة منظمة، فتقسم المشروعات الكبيرة إلى مشروعات صغيرة، والتي قد تحتاج بدورها إلى تقسيم لمشروعات أصغر، وطالما أن المشروعات الصغيرة معقدة بما يكفي لأن تكون هي نفسها مشروعًا كليًّا، فنحن ندرك أن إنجازها مدفوع بنيّة؛ ولذلك فالشيء الذي يحقق ذلك المشروع سيكون من الكليات النشطة. بعبارة أخرى، غالبًا ما يكون في الكليات النشطة الضخمة طبقات من الكليات النشطة الأصغر ضمنها، وكلها متفانية في إنجاز مشروعها الصغير.

هذه الأفكار مألوفة أكثر مما تبدو عليه؛ فالفوز بمباراة تنس مثلًا هو المشروع الكلي للاعبة تنس، ولكن نجاحها يعتمد اعتمادًا تامًّا على الكثير من المشروعات الصغيرة، منها على سبيل المثال لا الحصر: نقل الأكسجين إلى الدم وثاني أكسيد الكربون إلى خارجه، وهذا مشروع كلي بحد ذاته. هنا الكل النشط الذي ينجز المشروع الأكبر (لعب التنس) هو بشر، أما الكليات النشطة التي تنجز العمليات الفيزيولوجية الكبرى التي تدعم المشروع الأكبر فهي أنظمة وأعضاء داخل جسد اللاعبة، فعندها رئتان وهما كليّتان نشطتان تنجزان مشروع التنفس الصغير بشكل جيد حتى تستطيع التركيز على اللعب، وتعمل بجانب الرئتين على مشروع التنفس الصغير كليات نشطة أخرى مثل الجهاز العصبي والحجاب الحاجز. وكما لك أن تتوقع، فكل مشروع من تلك

المشروعات الصغيرة التي تنجزها الكليات التشريحية النشطة يمكن تقسيمه بدوره إلى مشروعات أصغر موزعة على الأنسجة ثم الخلايا ثم البُنى تحت الخلوية والتفاعلات داخل الخلايا ثم في النهاية إلى مستوى جزيئات الحياة.

والسؤال الأهم الآن هو: هل هناك مَنْ قصد أن تقوم الرئتان والخلايا في داخلهما بمشروعاتها الخاصة مثلما تقصد لاعَبة التنس أن تفوز في المباراة؟ هل نحن محقون باستنتاجنا التصميم الهادف عندما نشاهد الجسد البشري ـ أو أي جسد حي ـ وهو يعمل مثلما نستنتج التصميم عندما نشاهد روبوت المسبح؟ سوف تتضح إجابة هذا السؤال في القادم، ولكن النقاط التي علينا إدراكها هنا أكثر بساطة. **أولًا**، نميل بطبعنا إلى الاعتقاد بأن الأشياء مثل الأعضاء والخلايا كانت مقصودة، سواء أكنّا محقين في ذلك أم مخطئين. **وثانيًا**، هناك أساس منطقي بدهي لهذا الميل، بغض النظر عما إذا كان هذا الأساس المنطقي هو ما سنستخدمه فعلًا، فليس هذا ما يهمنا هنا، وإنما يهمنا أن نحدد إن كان هذا الميل صوابًا أم خطأً.

في رحلتنا هذه سأصوغ حجتي التي أثبت بها أن ميولنا هذه صائبة بالفعل، ولكنني أهدف إلى الإلهام مثلما أهدف إلى الإقناع، فلو أن نظرية داروين قد تركت لدينا انطباعًا مزريًا عن الحياة ـ وأنا أظن أنها قد فعلت ذلك ـ فسيكون من المفيد أن نصوغ رؤية للحياة مُرضية للنفس، كما سيكون من المفيد أن نظهر أن داروين كان مخطئًا، وأنا آمل في أن أنجح في الأمرين جميعًا.

عن السلمون والأوركا (الحوت القاتل)

لقد أصبحت أرى أن كل شيء في الأوركا (orca) هو أوركا، وأن كل شيء في السلمون هو سلمون. وبحكم أنني عملت في مجال البيولوجيا الجزيئية لعقود، فأنا أعلم أن التشابهات بين هذين الحيوانين البحريين كبيرة وحقيقية، ولكني أعترف بأن هذه المعرفة تتلاشى عندما أشاهد السلمون مكتمل النمو ـ بعدما أمضى أكثر عمره في مياه المحيط الهادي المالحة ـ يسبح عكس

التيار في المياه العذبة ليصل إلى المكان الذي بدأ فيه حياته، وهو يُهلك نفسه حرفيًّا في مهمته تلك؛ إذ يصوم تمامًا عن الطعام ويقذف بجسده فوق الصخور مضحيًا بلحم جسده الذي يتقطع في كفاحه ليشق طريقه، مواجهًا التيارات النهرية السريعة، وكل ذلك ليحقق الغاية النهائية وهي أن يلد ذُريّة لن يعيش ليراها.

قد تبدو الطريقة التي تخلف بها أجيال السلمون بعضها البعض قاسية، ولكن لا يبدو أن تلك الفكرة خطرت ببال السلمون، وكذلك لم تخطر ببالي وأنا أشاهد السلمون يفعل ذلك. إن هذه الكائنات الرائعة بعزمها الراسخ ترينا بوضوح أنها تفعل بالضبط ما كان مقصودًا لها أن تفعله، تمامًا كما يفعل الأبطال وهم يهرعون ليخوضوا معركتهم الأخيرة.

تموت أغلب تلك الأسماك في معارك أخرى قبل هذه المعركة. أمضيتُ يومًا أراقب هذا مع مجموعة صغيرة من الأصدقاء على متن قارب لمراقبة الحيتان في مضيق خوان دي فوكا؛ فالحيتان القاتلة أو الأوركا تقضي حياتها الطويلة في مجموعات أسرية تُسمى بالقطيع (pod)، وهي أشرس صائدي المحيط، لا تخشى شيئًا وتفترس ما يروق لها، ومن ضمن ذلك القرش الأبيض الكبير الذي لا يغلبه صياد آخر سوى الأوركا. والأوركا تقتل مثل القرش، ولكن الطريقة التي تقتل بها تختلف عن القرش تمامًا، وهي ماهرة ورشيقة بما يحوز على إعجابنا ويرعب الأسماك.

حدد ربان سفينتنا ـ وهو مراقب أوركا خبير ـ مكان مجموعة كبيرة من السلمون بأجهزة السونار، وأطفأنا المحرك وطفونا فوق مجموعة السلمون لعدة دقائق وشاهدنا الأوركا تؤدي مهمتها بأناقة، واتضح لي سريعًا أن هذه الكائنات ذكية بما يكفي لتعرف أن هناك من يشاهدها، واجتماعية بما يكفي لتستغل أي فرصة لاستعراض عضلاتها. وكأنما تطبق خطة صيد من كتابها، حاصرت السلمون باستخدام استراتيجية جمع عن طريق إحاطة أعضاء قطيع الأوركا بمجموعة السلمون لتمنعها من التفرق، ومن موقعنا فوق الأحداث كانت علامات ذلك هي انتشار رشاش من الماء من حين لآخر في جميع

الاتجاهات على مسافة من القارب، وبالطبع كانت أسماك السلمون في موقع ترى فيه الأحداث بشكلٍ أفضل بكثير، ولكن غالبًا لم يكن الموقف ممتعًا لها مثلما كان ممتعًا لنا.

ما رأيناه لا يُنسى، لقد أخذ هذا الفريق الأنيق من الأوركا المتباهي بنفسه في تبادل الأدوار بالسباحة بسرعة كبيرة من خلال مجموعة السلمون الحبيسة لتلتهم سمكة أو اثنتين في كل مرة، ثم تحتفل بنجاحها بالقفز قفزات عالية مذهلة، خمسة أطنان من اللونين الأسود والأبيض اللامعين تقفز من الماء بسهولة مدهشة، وقد تعطلت الجاذبية للحظة خلال قفزها في الهواء، وفي المدة التي احتجت فيها أن أفرق بين الرؤية والتصديق خطر في ذهني أنها تطير، ولم يقطع ذلك إلا السقوط المدوي للأوركا وهي تعود إلى الماء مرة أخرى. أما كيف يجتمع طرفا نقيض ـ الثقل والرشاقة ـ في نفس الجسد فهو أمر لا يزال لغزًا بالنسبة لي.

ولم تخطر على بالي فكرة أن هذا المشهد القصير؛ يعني: أن عددًا من السلمون لن يقوم برحلة نهاية الحياة البطولية إلا في وقتٍ لاحق، وعندما خطرت على ذهني هذه الحقيقة بدت لي ملحمة السلمون كقصة بطولية بدلًا من حكاية مأساوية، ليس لأن السلمون يمكن أن يتحلى بالفضائل ولكن لأن هناك شيئًا جوهريًّا جميلًا في كينونتها وأمرًا رائعًا في الحماسة التي تؤدي بها مهمتها، ويا لروعة ما يظهر لنا من بطولتها.

والأوركا كذلك رائعة بطريقتها الخاصة المميزة، وبالنسبة لي فإنني أرى أن جزءًا من معنى أن تكون سلمون هو أن تضحي بنفسك أو ببعض أقاربك لتأكله الأوركا، وهذا لا يجعل الأوركا ولا السلمون أقل سحرًا ولا عظمة.

الحياة على طريقة داروين

لو كان هناك شيء جذاب في نظرة داروين للحياة فهي في بساطة فكرته الأساسية، فهناك مبدأ واحد واضح وراء الأفكار المتشعبة التي تمثل البيولوجيا التطورية حاليًّا: الأشياء التي تقدر على التكاثر تحمل ـ تلقائيًّا ـ إمكانية إنتاج

ذرية ذات قدرة أفضل على التكاثر. والقليل من التفسيرات النظرية مباشرة بهذه الطريقة الساحرة. يبدو أن هذا التحسن المستمر للأشياء المتكاثرة يعتمد على أمرين فقط:

- أن تتكاثر بشكل معيب قليلًا فتظهر أخطاء صغيرة (طفرات) من حين لآخر.
- أن تحسّن بعض هذه الأخطاء التكاثرَ وإن بدرجة طفيفة.

سوف تتضح هذه الفكرة بعد قليل، ولكني أسأل الآن كيف سيُشكّل هذا التفسير ـ إن قبلناه ـ نظرتنا للحياة؟ لأن هذه الافتراضات التي تبدو بريئة جدًّا؛ ستفاجئنا بعمق تأثيرها وما يمكن أن يترتب عليها. إذ تجعلنا هذه الفكرة نرى الأشكال المختلفة من الحياة مثلما نرى الظواهر الجيولوجية، كأشياء في تدفق دائم؛ فالجبال تبدو لنا دائمة لأنها تحافظ على شكلها لفترات طويلة، ولكننا نعلم أنه يُعاد تشكيلها باستمرار بتأثير القوى الطبيعية التي كونتها، ولا بد أن ينطبق نفس الأمر على الحياة ـ مثل قشرة الأرض ـ فهي في تشكّل مستمر بتأثير قوى غير مرئية.

طبقًا لهذه النظرة فمن المؤكد وجود سلف بسيط لكل الحيوانات، وأن الانتخاب الطبيعي دفع بذرية هذا السلف في اتجاهات كثيرة مختلفة مثلما تُبعثر التيارات الحاملة أوراق الشجر على سطح الماء، ومن المؤكد أن الحيوانات الحديثة ليست إلا المواقع الحالية لهذه الأوراق الطافية، وكل واحدة منها تمثل لقطةً واحدةً في فيديو طويل يصور مرور الزمن. قد نذهل لضخامة التغيرات المتراكمة عندما نتأمل التنوع المدهش للحيوانات التي جاءت من سلف واحد، ولكن لن نذهل لأي شيء في الأشكال الحيوانية الحالية بحد ذاتها لأن هذا سيكون بمثابة أن تذهل بلقطة واحدة من فيديو طويل. من المفترض أن نسل العناكب والحيتان والسلمون الحالية سيكون مختلفًا جذريًّا مرة ثانية لو أعطيناه وقتًا كافيًا مرة أخرى.

مع أنني شخصيًّا أكره هذه الرؤية المائعة للحياة إلا أنني كنت سأقبلها لو كنت مؤمنًا بفكرة أن الانتخاب الطبيعي هو خالق الحياة، وهو أمر غير هيّن

عليّ. كنت سأتضايق على الدوام من التناقض بين هذه الرؤية وبين ما أراه عندما أفتح عيني؛ لأن الحياة تبدو لي مختلفة تمامًا عن الجيولوجيا. إن الأشياء في الجيولوجيا تُفهم على أكمل وجه عندما تُصنف ضمن عدد قليل نسبيًّا من الفئات، بينما تتطلب البيولوجيا منهجًا مختلفًا. إن السعي الجاد إلى فهم مقنع للتنوع المميز للحياة يضطرنا للتخلي عن فكرة أن جميعنا شيءٌ واحدٌ في الأساس: أننا حيوانات متكاثرة تتحسس طريقها نحو تكاثر أفضل. لن ترضى العناكب ولا السلمون ولا الأوركا بذلك، وكلها جذابة وكاملة بشكل أخاذ، وملتزمة تمامًا بأن تكون على ما هي عليه، وستلقى حتفها في بطولة، إما بالموت أو حتى بالانقراض، ولكن لن تستسلم لقوى تحولها إلى شيء آخر.

الإتقان ومنتقدوه

إن هذه الصورة من الالتزام تجعل لفكرة الكليات معنى أعمق بإشارتها إلى إمكانية أن تكون بعض الكليات على الصورة التي هي عليها لأنه ينبغي لها ذلك، وكأنها تعبير عن شيء أكثر عمقًا وصدقًا من أي تمثيل فيزيائي مؤقت. وليست الفكرة هنا أن بعض الأشياء جيدة جدًّا لدرجة أنه كان من اللازم أن تُوجد، ولكن الفكرة أن بعض الأشياء جيدة جدًّا لدرجة أنه لا يمكن أن تكون خلاف ما هي عليه. وفسيفساء الإبداع البشري مزدان بأمثلة عديدة: مقطوعة موسيقية متقنة، قصيدة شعرية جزلة، برهان رياضي متقن، وهذه كلها كنوز لا يبليها الزمان، نراها فننبهر، ولكننا لا نعدلها أبدًا.

الحياة أحسن تمثيل لهذه الفكرة؛ بل لا نظير لها إطلاقًا في أعمال البشر. دعك من تعريفات الحياة القديمة الموجودة في الكتب ـ مثل كون الحياة عملية دائمة غير متزنة قائمة على كيمياء عضوية كربونية ومدفوعة بتدفق الطاقة الشمسية ـ فهي لم تلق أثرًا عند أي شخص تَفَكّر في الحياة. لا، الحياة بالتأكيد أعمق بكثير وأكثر استحقاقًا لانتباهنا وبلا حدود، إن الحياة لغز وتحفة، ووفرة فائضة من التراكيب المتقنة، وأنا وأنت منها، ونحن هنا لفترة قصيرة لنستمتع بأكبر قدر ممكن من تلك التراكيب المتقنة.

بالتأكيد كلنا يشعر بالروعة العظيمة للحياة، فهي في كل مكان بما لا يدع مجالًا لتجاهلها، ومن الواضح أيضًا ذلك التوتر الموجود بين هذه الرؤية السامية للحياة وبين تفسير داروين. إن فكرته بأن الحياة تهيم على وجهها من تنوع لآخر دون التزام، مستسلمة تمامًا لقوة انتخاب الطبيعة العمياء، تتناقض بوضوح مع فكرة أن الأشكال الفيزيائية للحياة هي تعبيرات عن شيء أعمق، شيء ثابت، شيء كامل.

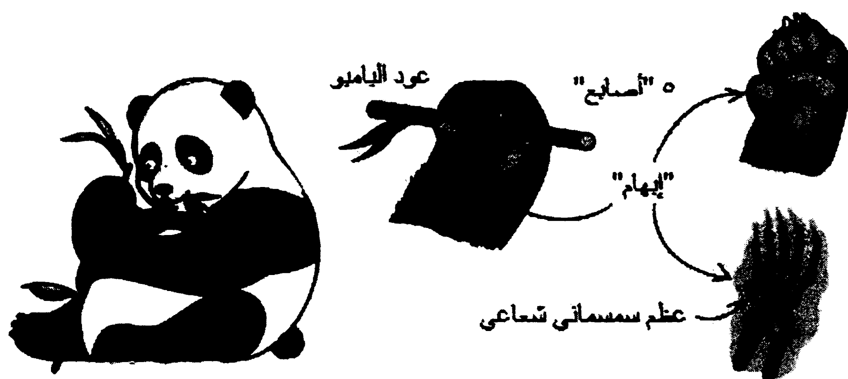
> إن فكرة داروين بأن الحياة تهيم على وجهها من تنوع لآخر دون التزام، مستسلمة تمامًا لقوة الانتخاب الطبيعي العمياء، تتناقض بوضوح مع فكرة أن الأشكال الفيزيائية للحياة هي تعبيرات عن شيء أعمق، شيء ثابت، شيء كامل.

إذن كيف يمكن أن يردّ من يتردد في ترك الداروينية على هذه الرؤية السامية للحياة؟ لقد رأيت نوعين من الردود، أكثرهما فظاظة ـ وربما أشهرهما ـ هو التقليل من شأن الرؤية السامية، وذلك بعدة طرق، منها التركيز على جوانب الحياة التي نتفق جميعًا على أنها ليست جيدة مثل العيوب الخلقية والسرطانات والأمراض المعدية والطفيليات وصور المعاناة وفقدان التنوع الحيوي، وهي كلها أمور سيئة للغاية؛ ولذلك من المنطقي طرحها كأدلة ضد أي مزاعم تقول بأن الحياة ـ كما نراها ـ جميلة تمامًا. ولكن نقطتي هنا أكثر دقةً من ذلك، فأنا لا أنكر أن الوضع الحالي للحياة مقلق لأسباب عديدة، وإنما أؤكد على أن هناك شيئًا بالغ الجمال يمكن تمييزه بوضوح من بين ضباب المشكلات.

وهناك طريقة أخرى للتقليل من شأن الحياة وهي بتقلد دور الناقد البيولوجي الذي يبحث عن الأخطاء في تصميم الأشياء الحية، مثلًا الباندا العملاقة عندها عظمة ناتئة في رسغها تؤدي دورًا شبيهًا بالإبهام مما يمكنها من الإمساك بأعواد البامبو (الشكل ٦,١) ولأن هذه العظمة (اسمها الكعبرة السمسمانية radial sesamoid) ليست إبهامًا متصلًا حقيقيًّا مثل إبهامنا فقد دفع

هذا بعض الناس إلى رؤية أن إبهام الباندا تكيّف اضطراري بديل لا يليق بأي مصمم بارع أن يستخدمه، وبالتأكيد هناك آخرون يرون أنه بالفعل تصميم جيد، أما بالنسبة لي فأجد نفسي أقيّم الناس أكثر مما أقيّم الباندا؛ فليس من بين هؤلاء الناس ـ بغض النظر عن مدى صدقهم في الوصول للحقيقة ـ من يملك أي فهم عميق لمبادئ التصميم والنماء التي تكمن وراء العظام السمسمانية أو الإبهام السمسماني، فضلًا عن الباندا، وفي الحقيقة كلنا لا يملك شيئًا من ذلك. ابحث في أفضل المختبرات البحثية حول العالم ولن تجد مهندسي هياكل، وليس لدى أحدٍ أدنى فكرة عن كيفية تغليف ديدان الأرض في هيكل خارجي أو كيفية منح العلقة عمودًا فقريًا.

ففَشَلُنا في الإجابة عن أسئلة «**كيف؟**» يجعلنا بالتأكيد غير مؤهلين للخوض الجاد في أسئلة أكبر أسئلة «**لماذا؟**»، نحن أحرار في تكوين آراء بخصوص هذه الأمور، ولكنها لا تعدو ذلك، مجرد آراء، ورأيي ـ لمن يريد أن يعرف ـ هو أن الباندا العملاقة مثال آخر على شيء متقن على وضعه الذي ينبغي أن يكون عليه تمامًا.



الشكل (٦،١) موضع واستخدام عظمة الكعبرة السمسمانية في الكف الأمامي للباندا

أما الخيار الأفضل بالنسبة لهؤلاء المترددين في التخلي عن نظرية داروين فهو تقبّل تفوّق الحياة أملًا في أن ذلك سيصبح ممكن التفسير لاحقًا ضمن منهج داروين، وهذا الخيار له ميزة معتبرة وهي التأكيد على نظرتنا السامية

للحياة، ولكنه يثير مشكلة التوفيق بين أمرين متعارضين؛ فلو أن الانتخاب الطبيعي ليس الصائغ الأكبر فقط بل محدث للتغيرات باستمرار ـ كما رأى داروين ـ فلن يصل التطور إلى نهاية جذابة، كما يقول داروين:

«يمكن أنْ نقول: إن الانتخاب الطبيعي يتفحّص في كل لحظة وفي كل مكان التنوعات الدقيقة، فيلفظ تلك التنوعات المعيبة ويبقي على الجيدة وينميها، فهو يعمل بلا وعي وفي صمت، وينتهز أي فرصة في أي لحظة أو مكان لكي يحسّن من كل كائن حي بالنسبة لشروط حياته العضوية وغير العضوية»[1]

إذن بالنسبة لداروين فإن فكرة وصول الخطوط التطورية كلها إلى نهايات مثلى لا مجال لتحسينها أكثر من ذلك هي فكرة مستحيلة، مثل فكرة ثبات الشروط؛ فالأنظمة البيئية المحلية والمناخات تمر بتغيرات دائمة، مما يعني: أن الشروط لا تتجمد في حالة ثابتة، مما يعني: أن عمل الانتخاب الطبيعي لا ينتهي أبدًا. وعلى النقيض من ذلك فإن تأكيد وجود أمر فريد جذاب في الكائنات الحية التي نراها الآن هو تأكيد على التمام والكمال، وهو رفض لفكرة أن تصميمات الحياة تشبه الأوراق العائمة على سطح الماء أو الجبال دائمة التغير أو الصور واللقطات في الفيديو. إذن يبدو أن أتباع داروين تواجههم معضلة الاختيار بين تصديق نظريتهم أو تصديق عيونهم.

لنفهم هذه المعضلة بوضوح أكبر، تخيل وجود سلف طليعي معقول لكل الحيوانات المعاصرة. ولأن هذا الكائن انحدر من أبسط كائن حيّ فهو لا يملك سوى أبسط الخصائص الموجودة في كل الحيوانات المعاصرة، وأهمها الجسم متعدد الخلايا الذي يختلف عن النباتات في أنه لا يملك جدر خلوية ولا يملك تركيب ضوئي، وأقرب حيوان لهذا الوصف من بين الحيوانات المعاصرة هو الإسفنج؛ إذن فلتتخيل كائنًا قديمًا في بساطة الإسفنج.

الآن، لو أن هذا الإسفنج القديم أنتج حقًّا الأوركا المعاصرة عبر سلسلة

---

(١) Charles Darwin, *On the Origin of Species by Means of Natural Selection,* 1st ed., chap. 4 (London: John Murray, 1859), 84.

طويلة من الأشكال الوسيطة، فلنا أن نسأل: ما الذي دفع بهذا التحول المذهل للشكل الحيواني في هذا الخط من النسل تحديدًا؟ يبدو أن هناك إجابتين تطوريتين محتملتين فقط، إما أن «ظروف الحياة» حددت هذا الشكل، وإما أن الانتخاب الطبيعي حدده، بمعنى: أنه إما أن الانتخاب الطبيعي يستجيب لما تتطلبه شروط الحياة، وإما أن الانتخاب يختار طريقه الخاص الذي يوصله إلى نهاية ذات درجة عالية من الملائمة، متعاملًا مع الشروط المتغيرة التي تصادفه على ذلك الطريق. يقتضي الخيار الأول بأن الإسفنج القديم والأوركا الحديثة مرتبطان بسلسلة من الأشكال الحيوانية ذات درجات متقاربة من التلاؤم، بينما يوحي الخيار الثاني بتقدم متصاعد من شكل قديم أدنى إلى شكل معاصر أرقى.

هنالك مشاكل في كلا التصورين، فلو قلنا: إن الشروط هي التي تتحكم، فهذا يعني: أن الحياة غير ملتزمة بشيء لدرجة أنها غير مترابطة، وأنها تقبل أن تكون إسفنج أو أوركا أو أيًّا من الكائنات التدريجية الخفية التي يُفترض أنها تحتل تلك الفجوة البارزة بين الإسفنج والأوركا، ومن الناحية الأخرى لو قلنا: إن الانتخاب هو المتحكم، فهذا يجعلنا نقترب بشكل غير مريح من شخصنة التطوّر، وكأن التطور كان لديه الرؤية اللازمة لمعرفة ما يريد أن يحقّقه باستخدام ذلك الإسفنج البدائي، وكذلك الصبر اللازم لقيادة ذلك الحيوان خلال فترة مراهقة طويلة وصعبة، وهو يعلم بالجودة التي ستكون عليها النتيجة النهائية.

لماذا لم تعد البروتينات تتطور

ولكن السؤال الأكبر هو: هل تقبل الحياة إعادة التشكيل على يدي التطور أصلًا؟ إن الإجابة التي بزغت بوضوح متزايد في السنوات الأخيرة كانت ستفاجئ داروين.

تعود بنا بعض الحقائق الهامة إلى موضوع البروتينات. إن تفسير الكيفية الممكنة لظهور البروتينات الطبيعية بوظائفها المميزة عن طريق الصدفة هو من

التحديات الهائلة، ويُمكن تقسيم هذا التحدي إلى قسمين، أحدهما كبير والآخر صغير، فأما التحدي الكبير فهو تفسير كيف أنتجت الطفرات والانتخاب أنماط بنائية جديدة للبروتينات تُسمى طيات (folds) (انظر: الشكل ٦,٢)، وأما التحدي الصغير فهو تفسير كيف أنتجت الطفرات والانتخاب تنوعات وظيفية على أنماط الطيات الموجودة.

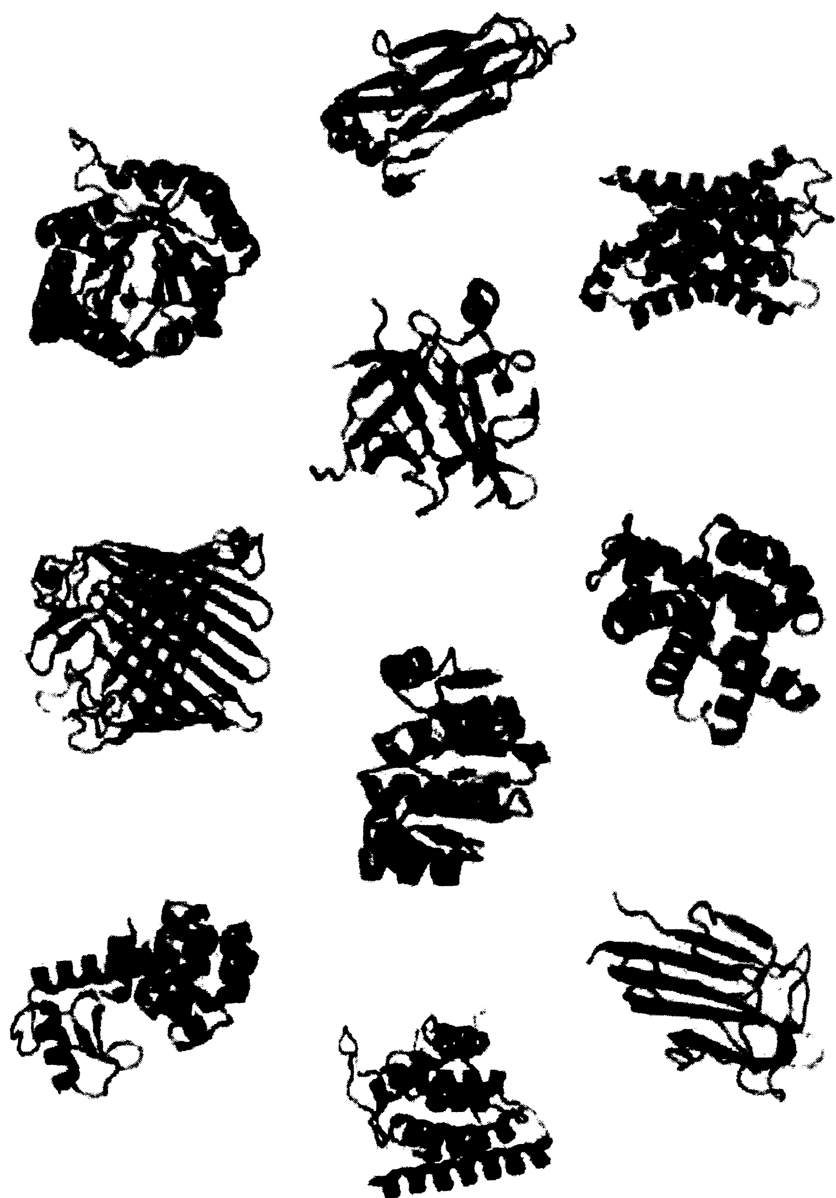
لقد درست أنا وزملائي هذين التحديين، وللتركيز على التحدي الصغير اخترتُ أنا وعالمة البيولوجيا آن غايجر أن نعمل على إنزيمين طبيعيين متشابهين بدرجة مدهشة ولكنها في نفس الوقت مختلفين وظيفيًّا، وسنسميهما إنزيم (أ) وإنزيم (ب) (الشكل ٦,٣)، وكان هدفنا الإجابة على سؤال: هل يمكن أن يتطور الإنزيم (أ) ليحقق وظيفة الإنزيم (ب) في إطار زمني يبلغ مليارات السنين؟ فقد رأينا لو أن الانتخاب الطبيعي كان قد أغرى الإسفنج بالتحول إلى الأوركا فعلًا، فستكون له قدرة كافية على تحقيق هذا التحول البسيط، ولكن بعد الاختبار الدقيق للطفرات التي تحقق هذا التغير الوظيفي، باحتمالية أكبر من تحول الإسفنج، استنتجنا أن ذلك غير ممكن غالبًا بالتطور الدارويني[١] وهناك أبحاث أخرى تساند هذا الاستنتاج، فقد اختبرت ماريكلير ريفز - وهي عالمة بيولوجيا في المعهد البيولوجي (Biologic Institute) مثل آن غايجر - بدقة شديدة ملايين وملايين من الطفرات العشوائية بحثًا عن أي إمكانية تطورية يمكن أن نكون قد أغفلناها في بحثنا الأول، ولكنها لم تجد أي طفرة[٢]

---

(١) A. K. Gauger and D. D. Axe, "The Evolutionary Accessibility of New Enzyme Functions: A Case Study from the Biotin Pathway," *BIO-Complexity*, no. 1 (2011): 1-17.

(٢) M. A. Reeves, A. K. Gauger, and D. D. Axe, "Enzyme Families: Shared Evolutionary History or Shared Design? A Study of the GABA-Aminotransferase Family," *BIO-Complexity*, no. 4 (2014): 1-16.

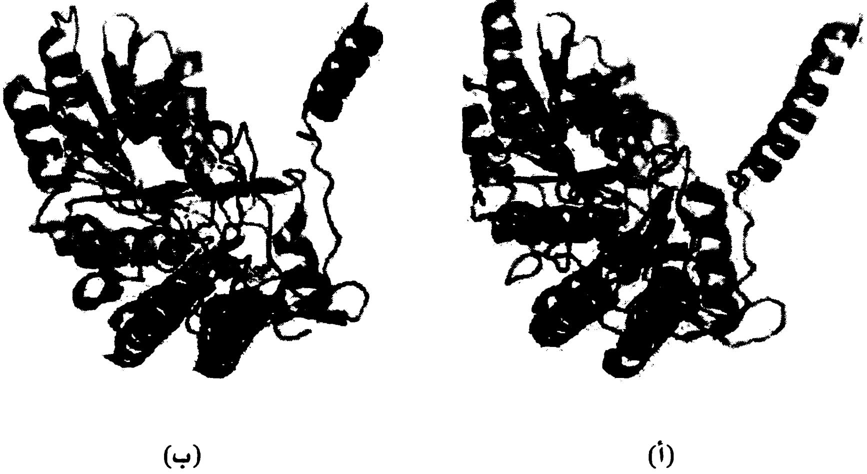
A



B



الشكل (٦,٢) الفرق بين الأنماط البنيوية وتنوعات النمط البروتيني، من بين آلاف الأنماط البنيوية أو الطيات يظهر في الشكل ١٠ طيات على شكل مخطط شريطي على اليسار (A)، لاحظ تنوع الطيات الكبير والذي يمكن تكوينه من عنصرين بنيويين: الحلزون ألفا والطاق بيتا، ويظهر الشكل ٦,٢ (B) تنوعين لنفس نمط الطية. على الرغم من عدم دقة الحد الفاصل بين تنوعات النمط وبين الاختلاف بين الأنماط، إلا أن هاتين الفئتين أثبتتا فائدتهما في تصنيف البنى البروتينية.



(ب) (أ)

الشكل (٦,٣) كلا الإنزيمين اللذين اخترناهما أنا وآن للدراسة يتكونان من جزيئين بروتينيتين متطابقتين يمسكان ببعضهما بشكل يشبه المصافحة، وترون هنا التشابه المذهل بين «الأيدي» الذي يشكل الإنزيم (أ) والإنزيم (ب) (اسميهما الحقيقيين (Kbl) و(BIoF) على الترتيب).

تلقينا سؤالين جيدين حول هذه النتيجة من أشخاص غير متخصصين في العلوم، أولهما هو سؤال: كيف يمكن اختبار عملية تستغرق فترة طويلة جدًّا؟ ونحن بالتأكيد لا نستطيع أن نلاحظ أي شيء على مدار حقب زمنية كبيرة، ولكنك على دراية بإمكانية حساب أوقات حدوث العمليات البطيئة جدًّا التي لا يمكن مراقبتها لبطئها، فلتقدير عدد السنين التي سيستغرقها نمو شجرة شابة حتى تصل إلى حجم معين نقيس مقدار النمو الذي تنموه في سنة ثم نقارن ذلك بمقدار النمو المطلوب. وتتضمن تقديرات العمليات التي تقوم على الصدفة حيلة صغيرة، فمثلًا لو عرفت نسبة أوراق اليانصيب المسحوبة التي تفوز كل أسبوع فستعرف كم مرة ينبغي على اللاعبين أن يشتركوا في السحب حتى يفوزوا، وقد ينجح لاعب ما أو يفشل أكثر من المتوقع، ولكن النتيجة المتوسطة على المدى الطويل ستكون كما توقعنا. تُحلَّل النظريات العلمية التي تتضمن الصدفة مثل نظرية داروين بنفس الطريقة تقريبًا، ولكن على عكس لاعب اليانصيب، لا يمكن أن تتمسك أي نظرية علمية بأهداب الحظ على أمل النجاح رغم الصعاب وضآلة الاحتمالات.

والسؤال الجيد الثاني هو: هل يقبل العلماء الذين يؤمنون بتفسير داروين للحياة باستنتاجنا أن الإنزيم (أ) لا يستطيع أن يتطور ليؤدي وظيفة الإنزيم (ب)؟ وقد تتفاجأ عندما تعرف أن الكثير منهم يقبلون استنتاجنا فعلًا؛ بل في الحقيقة أنا لا أعلم أي شخص تحدى ذلك الاستنتاج. ولك أن تسأل: كيف يمكن لأحد أن يصدق أن الانتخاب الطبيعي عاجز عن تحقيق تحول ضئيل مثل ذلك ثم يصرّ على أنه قد نجح في تحقيق الكثير جدًّا من التحولات بالغة الضخامة؟ والإجابة الحالية التي يقدمها التطوريون هي أن الانتخاب الطبيعي ضحية نجاحه الخاص؛ أي: أنهم يرون الآن أن الانتخاب الطبيعي كان فعالًا جدًّا في صياغة الكائنات حسب بيئتها لدرجة أنه وصل فعلًا إلى نقاط نهائية، وهي مخلوقات في أفضل صورة بحيث لم يعد هناك مجال ليحدث عليها تغيّر تطوري أكثر من ذلك.

يمثل تشارلز مارشال ـ عالم الأحافير في جامعة بيركلي ـ هذا المنظور

في مراجعته النقدية[١] لكتاب «شك داروين» لستيفن ماير[٢] إن فرضية ماير هي أن آلية التطور الداروينى عاجزة عن إنتاج أشكال حيوانية جديدة، ومن أسباب ذلك عجزها عن إنتاج أشكال بروتينية جديدة، فاقترح مارشال ردًّا عليه أن الأشكال الحيوانية الجديدة تطورت دون أي حاجة لبروتينات جديدة[٣] فطبقًا له ولعلماء آخرين، حدث هذا عن طريق إعادة ترتيب (rewiring) شبكات التنظيم الجينية (GRN) التي تحدد متى وأين تعمل الجينات الموجودة أثناء عملية نمو الجنين، ولقد أقرّ مارشال بأن تجارب إحداث التغييرات في هذه الشبكات عادةً ما تقتل الأجنة النامية، ولكنه يرى أنه ينبغي التغاضي عن ذلك لأن «شبكات التنظيم الجينية الموجودة حاليًّا طافحة بنصف مليار سنة من الابتكار التطوري (مما يفسر مقاومتها للتعديل)، بينما لم تكن شبكات التنظيم الجينية في وقت ظهور الشُّعَب [الأشكال الحيوانية الأساسية] مُثقلة لهذه الدرجة الكبيرة».

إذن أتفق أنا ومارشال على أن الحياة في صورتها الحالية تقاوم التغير التطوري، ونختلف حول إمكانية أن يكون الانتخاب الطبيعي قد فعل أي شيء هام في الأساس، ولكننا في النهاية نفضّل تفسيرًا للحياة يبدو أكثر غائية من تفسير داروين. لو كان الانتخاب الطبيعي قد شكّل الحياة فعلًا فإنه قد عمل مثل النحات الذي يشكل الصلصال وليس كعوامل التعرية التي تشكل الصخور الرملية، ولقد كان ماهرًا بما يكفي ليحول العادي إلى فوق العادي، وحكيمًا بما يكفي ليعرف متى يكتمل ذلك العمل.

لقد أصبحت الصورة الجزيئية من تلك الحجة هي الانتقاد الأكبر

---

(١) Charles R. Marshall, "When Prior Belief Trumps Scholarship," *Science* 341 (2013): 1344.

(٢) Stephen C. Meyer, *Darwin's Doubt: The Explosive Origin of Animal Life and the Case for Intelligent Design* (San Francisco: HarperOne, 2013). [والكتاب ترجم إلى العربية وصدر عن مركز براهين للأبحاث والنشر عام ٢٠١٦م].

(٣) سنرى في الفصل العاشر أنّ البيانات الجينومية تناقض اقتراح مارشال. تركت الفكرة كما هي للوصول لفكرة مُختلفة.

للاستنتاج الذي خلصت إليه أنا وغايجر وريفز؛ فالنقاد يقولون: إننا أخطأنا عندما توقعنا أن الإنزيم (أ) سوف يستطيع أن يتطور أكثر؛ لأن الإنزيمات ـ حالها كحال الحيوانات ـ قد صيغت بإتقان وكمال إلى الدرجة التي لا يستطيع بعدها الانتخاب الطبيعي أن يغير منها. ومن أحد مناصري هذه الفكرة دان توفيق من معهد وايزمان (Weizmann) ـ الذي أعرفه من أيامي في كامبردج ـ وهو يرى أن «الإنزيمات ذات النوعية الواسعة كانت أسلاف الإنزيمات المتخصصة الموجودة حاليًا»[١] ومن المفترض أن يتفق توفيق مع النقاد في أنني وآن أخطأنا عندما توقعنا أن الإنزيمات المتخصصة المعاصرة ينبغي أن تتطور مثل الإنزيمات ذات النوعية الواسعة القديمة.

وسوف يتضح في الفصول التالية إن كانت هذه الصورة الحديثة من التفكير التطوري أكثر معقولية من الصور السابقة أم لا. ولا يفوتنا هنا أن أثني على توفيق لإدراكه صعوبة تفسير كيفية نشوء الإنزيمات ذات النوعية الواسعة المفترضة في الأصل؛ لأنها يجب أن تكون إنزيمات حقيقية أصلًا ـ أيْ: بروتينات مطوية ذات مواقع فعالة معقدة هندسيًّا ـ فمن غير الواضح ما الفائدة من افتراض هذه الإنزيمات كطلائع للإنزيمات الحالية، وتشخيص توفيق لهذا الأمر صريح بشكل يثير الإعجاب: «إن التطور واقع بين مطرقة وسندان: لا يتطور أي شيء إلا بعد أي يكون موجودًا أصلًا»[٢] بمعنى آخر: لا تتصور أن ينتج شيء ما فعال (أي شيء) من العملية التطورية إلا لو كان هذا الشيء قد دخلها وهو فعال أصلًا.

ومجددًا أجد نفسي أوافقه، وهذا يجعل حل الخلاف بين العلماء مأمولًا على ما يبدو، ولكن السؤال المنطقي التالي سوف يختبر هذا الأمل: ما الذي يتبقى من نظرية نشوء بعد الاعتراف بأنها لا تفسر لنا كيف تنشأ الأشياء؟

---

(١) O. Khersonsky and D. S. Tawfik, "Enzyme Promiscuity: A Mechanistic and Evolutionary Perspective," *Annual Review of Biochemistry* 79 (2010): 471-505.

(٢) R. Mukhopadhyay, "Close to a Miracle: Researchers Are Debating the Origins of Proteins, *ASBMB Today* 12, no. 9 (2013): 12-13.

لقد رأينا في هذا الفصل أن الكائنات الحية هي كليات فريدة، ملتزمة بقوة بأن تكون نفسها لدرجة أنها تعطي انطباعًا مميزًا بأنه كان من المقصود أن تكون هكذا، وبعد أن تسلحنا بهذا الإدراك فنحن مستعدون لأن نتفحص وجهة النظر المعارضة. لو أن الحياة لم تكن مقصودة، فهي إذن صدفة، ومن بين الاقتراحات القليلة لتفسير كيف يمكن أن تكون صدفة، فإنه لم تُعلّق الآمال مثلما عُلّقت على تفسير الانتخاب الطبيعي؛ ولذلك سوف نمحّص في الفصل القادم الانتخاب الطبيعي من المنظور القوي للعلم العام.

الفصل السابع

انتظار المعجزات

كل محاولات تفسير كيفية ازدهار الحياة على الأرض تواجه تحدي تفسير الأشياء المبهرة في هذه الحياة. الأسباب المادية الاعتيادية مناسبة على ما يبدو لتفسير الأشياء غير المخصصة لأداء مهمة محددة (أشياء مثل الذرات والنجوم والأعاصير)، لكننا نعلم بحدسنا التصميمي أن هذه الأسباب لا تستطيع تفسير الأشياء التي ندعوها الكليات النشطة (أشياء مثل العنكبوت وروبوتات المسبح). يخبرنا العديد من العلماء بالعكس، بأنه في نهاية المطاف كل شيء له أصل في العمليات الفيزيائية العادية. هذه العمليات كما يقولون حولت الحساء البدائي إلى حياة بسيطة، والحياة البسيطة إلى حيوانات بسيطة والحيوانات البسيطة إلى حيوانات معقدة، وجعلت مِن تلك الحيوانات المعقدة مَن يصنع الروبوتات. إذا كان هؤلاء العلماء محقين، فلا تتطلب الأشياء الباهرة أسبابًا باهرة في نهاية المطاف.

لكن هذا لا يتوافق مع حدسنا التصميمي. عندما نرى أشياء لا تعمل إلا بتركيب العديد من الأجزاء بالطريقة الصحيحة، نجد من المستحيل عدم نسبة هذه الاختراعات إلى فعل هادف، وهذا ما يجعل حدسنا يصطدم مع التفسير التطوري. فكما أوضح رفضنا لحساء الوحي عدم اختلاف الأشخاص في وجود الحدس التصميمي لديهم، وإنما موضع الاختلاف بينهم في استثناء التطور من حكمه أم لا.

نتفق كلنا بأن شبكة العنكبوت ناتجة عن غريزة النَّسج لدى العنكبوت، لكن نقطة الخلاف هي إن وجد أحدٌ قصد أن تملك العناكب هذه الغريزة، أو

أجزاء جسمها التي تمكنها من استعمالها. إذا لم يكن هنالك أحد أراد للعناكب أن تنسج؛ فالعناكب مخلوقة بالصدفة، مما يجعل حدسنا التصميمي مخادعًا. أما إذا أراد أحدٌ ما ذلك؛ فالعناكب مختَرَعة عمدًا، مما يكذب التفسير التطوري.

وللمضي قدمًا فبإمكاننا أن ندرك أنه مهما كانت أهمية الحدس التصميمي، فبمقدورنا بالتأكيد التفكير والاستنتاج بدونه. ومن دون أن نرفض الحدس، فيمكننا الاعتماد بدلًا عنه على الرصد والحساب لتقرير إن كان يمكننا توقع من كون مثل كوننا أن ينتج كليات نشطة مثل العناكب. عندها سيكون السؤال المهم: هل نظرية التطور متسقة مع مشاهدتنا أكثر من حدسنا التصميمي أم لا؟

فهل هي كذلك؟ ما هي الحقيقة التي استشهد بها داروين والتي تجعلنا نخالف حدسنا ونتوقع تحول كائنات مثل الإسفنج إلى كائنات مثل الأوركا؟ ما هو السبب الذي حدده والذي لديه القوة للقيام بهذه التحويلات الاستثنائية بسهولة كبيرة بحيث حصلت مليون مرة مرارًا وتكرارًا بطرق مختلفة؟ ما الذي يمكن أن يحقق مثل هذه الاحتمالات غير الواردة على نحوٍ مروّع؟ الجواب الموحّد حتى اليوم هو الانتخاب الطبيعي، وهو ميل الكائنات الأصلح لإنجاب ذرية أكثر. لا يختلف أحد في وجود هذا الميل، لكن هل يمكنه فعلًا صنع هذه المعجزات؟

مشجعو كرة القدم الآليون

ستساعدنا تجربة تخيلية على الوصول إلى الإجابة، والتجربة التي اخترتها في ذهني دون غيرها تجربة تتصل بكرة القدم. كل من حضر مباراة كرة قدم احترافية يعلم أن الجمهور صاخب، وهذا هو الحال في الولايات المتحدة، حيث كرة القدم بيضاوية مدببة، وهو الحال كذلك في بقية أنحاء العالم حيث الكرة كروية. وقد أفرط مشجعو فريقي المحلي سياتل سيهوكس (Seattle Seahawks) في ذلك، فقبل شهرين تمامًا من فوز سيهوكس بالنسخة ٤٨ من

دوري السوبر بول، حقق مشجعوه الرقم القياسي العالمي لأعلى ضجيج في حدث رياضيٍّ في الهواء الطلق، حيث بلغ صوتهم المدوي درجة ١٣٧,٦ ديسبل في اليوم الثاني من ديسمبر عام ٢٠١٣[١]

وبسبب تميّز حشود كرة القدم بالصوت العالي فهل يستطيع شيءٌ ما لا يملك أي فهم إطلاقًا أن يجد طريقه إلى مباراة كرة قدم بواسطة البحث عن الضجيج فقط؟ ربما روبوت يبحث عن الضجة. تصوّر روبوتًا يتحمّل العوامل الجوية ويمكن رميه بالمظلة في أي موقع، برٍّ أو بحر. وبعد أن يحطّ، يفكّ المظلةِ ويبدأ بالسعي إلى مصادر الصوت. يستعمل أولًا ميكرفونًا لقياس الصوت في كل الاتجاهات من موضعه الحالي، ثم يسبح أو يمشي مسافة قصيرة باتجاه الصوت الأقوى قياسًا، ثم يتوقف ليكرر القياس. تُكرر هذه الدورة من الاستماع ثم الانتقال للصوت الأعلى عدة مرات بما يكفي لتراكم التحركات القصيرة إلى مسافة كبيرة، ويعتمد الوقت المستغرق على مدى استقامة مسار الروبوت.

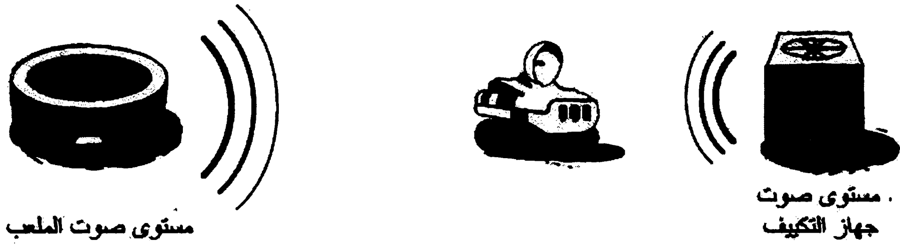
والسؤال هو: ماذا يجب أن يحصل لروبوت من هذا النوع ليجد طريقه إلى ملعب كرة قدم صاخب؟ إذا أُسقط في مكان قريب يسمع منه ضجيج الحشود، أو على الأقل بالقرب من مرمى السمع، فسيكون ذلك مفيدًا. لكن حتى في هذه الحالة يمكن أن تحدث مشاكل لا حصر لها، فقد تتداخل الأصوات المنافسة مثل ضجيج المرور في الشوارع. حشود كرة القدم تولد على الأغلب ضجةً أكثر بكثير من ضجيج المرور لكن بسبب ضعف الصوت مع ازدياد البعد، يمكن أن تسجّل ضجة المرور القريبة قياسًا أعلى من صوت التشجيع البعيد. إلا أنه ما زال هناك على الأقل أمل ضئيل أن يجد الروبوت طريقه إلى المباراة إذا أُسقط على مسمع من الملعب.

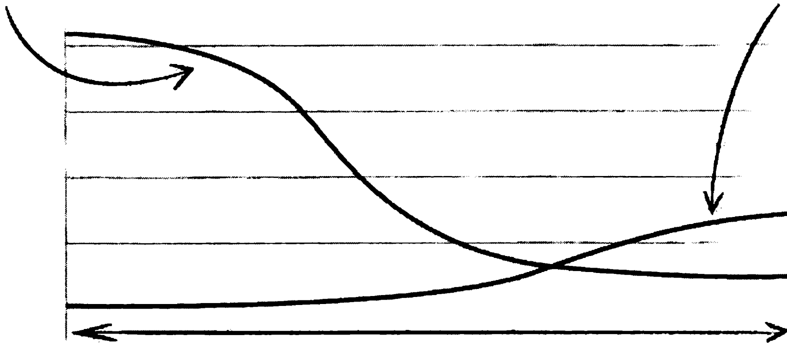
لكن إذا افترضنا أن نقطة الإسقاط عشوائية تمامًا، حيث كل المواضع

---

(١) Associated Press, "Seahawks Fans Set Noise Mark," ESPN, December 3, 2013, http://espn.go.com/nfl/story/_/id/10071653/seattle-seahawks-fans-set-stadium-noise-record.

على الأرض متساوية الاحتمال. في هذه الحال تتضاءل فرص النجاح جدًّا. فحتى لو شملنا جميع ملاعب كرة القدم في العالم فإن الأرض كبيرة جدًّا مقارنة مع المناطق التي يمكن منها سماع هذه الملاعب بحيث أن هناك فرصة ضئيلة ليسمع هذا الروبوت أدنى أثر من صوت حشود كرة القدم. مهما كان ضجيج الحشود داخل الملعب قويًّا، فلا زالت غير مسموعة في معظم أصقاع الكوكب. وربما سينتهي حال هذا الروبوت المسكين على إحدى الشواطئ، مجذوبًا بصوت تلاطم الأمواج. وحتى لو هبط في مدينة فيها ملعب كرة قدم، فاحتمال انجذابه إلى مكيف هواء أو اصطدامه بحافلة أكبر من الوصول إلى لعبة كرة قدم (الشكل: ٧,١).





الشكل (٧,١) معضلة الروبوت الباحث عن الضجيج. حتى في المواضع التي يكون فيها ضجيج الحشود مسموعًا، هناك مصادر صوتية مُنافسة أخرى. ورغم عدم وجود أي مصدر مُنافس ينتج صوتًا أعلى من الحشود، سيسجل الروبوت الأصوات القريبة أعلى من الأصوات البعيدة. فيؤدي ذلك إلى جانب غزارة الأصوات المنافسة إلى جعل عملية التوجيه قليلة الفعالية جدًّا مما لو كان الحال غير ذلك.

يمكن أن نحصل على تقييم أكثر دقة بالنظر إلى بعض الأرقام. إذا افترضنا أن هناك ألفي ملعب كرة قدم كبيرة في العالم، كل منها يمكن سماعه على بعد كيلو متر تقريبًا (ثلثي ميل)، تبلغ مجموع مناطق مدى السمع هذه مجتمعةً حوالي ستة آلاف كيلومتر مربع (حوالي ألفي ميل مربع). وهو جزء ضئيل لا يكاد يبلغ جزءًا من الألف من ١٪ من مساحة سطح الأرض البالغة نصف بليون كيلو متر مربع، مما يعني: أن احتمال نزول الروبوت في بقعة يمكنه أن يسمع فيها حشد كرة القدم ـ في الوقت المضبوط ـ مجرد واحد في مائة ألف.

برغم ذلك يمكن أن يصل الروبوت بحركاته إلى مجال مسمع ملعب كرة القدم في نهاية المطاف. صحيح أن النجاح غير محتمل في الأمد القصير، لكن إذا افترضنا أن الروبوت يعمل على الطاقة الشمسية وأنه مبني ليدوم، فلا بد أن تزيد فرص النجاح مع مرور الزمن. مصادر الضجة غير المفيدة ستجذبه لفترة طويلة، لكن في نهاية الأمر ستؤدي تغيرات الظروف إلى مغادرة الروبوت كل هذه الملهيات والانتقال إلى مكان جديد. يمكن أن يحصل ذلك بأي عددٍ من الطرق، ربما قوة موجة أو مخلب دب فضولي سيدفعه إلى موضع تُسمع فيه أصوات جديدة. أو ربما يلهيه صوت الرعد أو الرياح في الأشجار مؤقتًا لفترة قصيرة لكنها كافية لوضعه على مسارٍ جديد. ولأن هذه الحوادث ممكنة فسيصبح الأمر مجرد مسألة وقتٍ قبل حصولها، نتوقع إذًا أن تغيرات الظروف مرارًا وتكرارًا ستضع الروبوت في نهاية المطاف ضمن مدى مسمع ملعب كرة قدم. قد يستغرق ذلك سنين أو عقود أو حتى قرون، لكن لا بد أن يتحقق النجاح في النهاية إذا استمرت التجربة لمدة كافية.

لكن هناك شيئًا غريبًا في هذه الحكاية الناجحة. بدأنا بالسؤال إن كانت القدرة على الانجذاب نحو الضجيج يمكن أن تُمَكن روبوتَ من إيجاد ملعب كرة قدم، ونستحضر الآن شيئًا آخر غير الانجذاب للضجيج لتحقيق النجاح. هذا العامل الآخر هو التكرار؛ أيْ: فرص متكررة لأحداث ملائمة نادرة الحدوث. بالنسبة للمراقب فلا يبشر هذا التكرار الأعمى بخير كثير، حيث لا

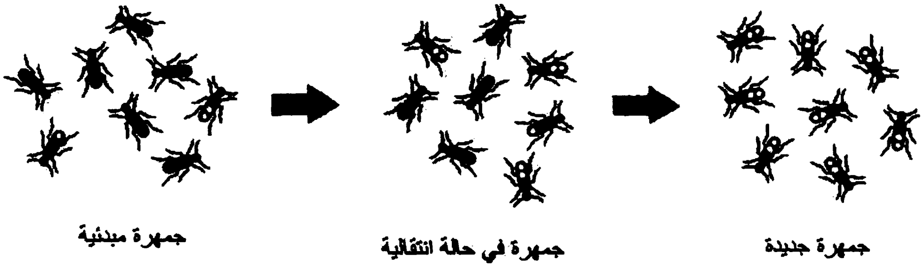
يبدو أنه أكثر من انتظار بلا نهاية. بالتأكيد سوف ينجح الانتظار حتمًا إذا أمكن مده بلا حدود. لكن إذا كان الانتظار غير المحدد زمنيًّا خيارًا فعليًّا، فما مدى أهمية قدرة توجيهه في المقام الأول؟ على أي حال، قد يكون شيء ليس له علاقة تمامًا ـ مثل قطع التعبئة البلاستيكية الرغوية (Styrofoam) ـ يمكن أن يجد طريقه إلى ملعب كرة القدم إذا انتظرنا وقتًا كافيًا.

الصلة بالتطور

يتعدى نفس السؤال إلى نقاشنا عن التطور الذي حفز التجربة الذهنية في المقام الأول. فهناك تشابهات كبيرة بين الروبوت وتطور النوع، وأهمها هو أن الانتخاب الطبيعي يعمل بشكل مماثل جدًّا للتوجيه. كما يتحرك الروبوت باتجاه الضجيج الأعلى استنادًا إلى موضعه الحالي، فكذلك يميل الانتخاب الطبيعي إلى نقل التكوين الجيني للنوع باتجاه أعلى درجة من الصلاحية وفقًا للوضع الراهن لأفراد النوع. يسبب توجه الروبوت حركة عبر الفضاء الجغرافي، ويسبب الانتخاب حركة عبر فضاءٍ مجرد هو الفضاء الجيني المكوّن من كل التسلسلات الجينومية الممكنة.

كل حركة في هذا الفضاء الجيني تتألف من تغير في التسلسل الجينومي الذي يمثل خصائص النوع، مستغرقًا أجيالًا متعددة كي ينتهي.

يظهر (الشكل ٧,٢) ما يمكن أن تبدو عليه إحدى هذه التغيرات إذا راقبنا نوعًا فترة كافية لمشاهدة حصولها. العملية ليست أكثر من مجرد استبدال تدريجي للنمط الجيني الأكثر شيوعًا (الخنافس غير المميزة في هذه الحالة) بسبب وجود نمط أكثر صلاحية في الجماعة (الخنافس ذوات النقطتين). في معظم الحالات الفعلية لا تكون الأنماط واضحة التباين كما هي في هذا المثال الافتراضي؛ بل لن يعرف المراقب فعلًا إن كان الانتخاب الطبيعي سبب التغير؛ لأن مثل هذه الانتقالات تحصل غالبًا لأسباب لا علاقة لها بالصلاحية. على كل حال إن كان الصلاحية هو السبب، فهذه العملية أقرب إلى توجيه الروبوت التدريجي، كما سنرى بالتفصيل بعد قليل.



الشكل (٧,٢) العمل المرئي للانتخاب الطبيعي على نوع خنافس افتراضي. تمثل ثماني خنافس تركيب الجماعة في ثلاث نقاط من الزمن، مفصولة بالعديد من الأجيال. في النقطة النهائية، يستقر الانتخاب على متغاير النقطة المضاعفة، كما نعرف بواقع أنها الآن تُنمّط النوع.

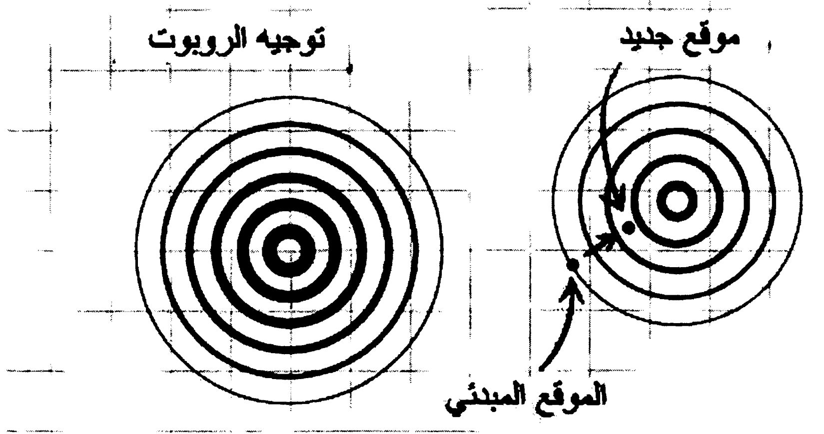
هناك تشابه آخر بين الروبوت ونوع الحركة الجينية الذي نهتم به وهو أن لكليهما مفهومًا واضحًا للنجاح. أنا اخترت ملاعب كرة القدم كهدف للروبوت لأنها مواضع محددة جدًّا، حتى وإن كانت عديدة ومتنوعة لكنها مميزة دائمًا. تنطبق نفس الصفات حتى بشكل أكثر عمقًا على الكائنات الحية التي يجب أن تفسرها النظرية التطورية. ونحن لا نسأل إن كان الانتخاب الطبيعي يسبب أي تغيرات فحسب؛ بل نركز على تغيرات من هذا النوع الأكثر تميزًا. نريد تحديد أي شيء في الآلية التطورية يمكن أن يمتلك القوة المبدعة المذهلة التي ينسبها داروين وأتباعه إلى التطور.

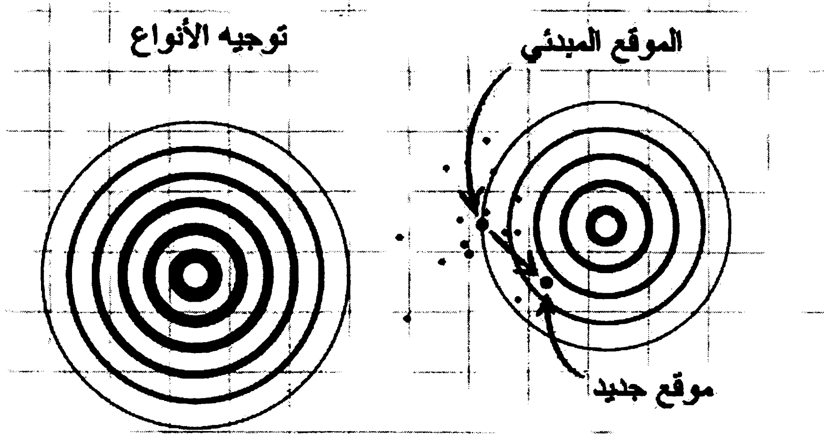
الانتخاب ينسحب بهدوء

أهم ما تعلمناه من الروبوت أن مجرد قدرة التوجه إلى مصادر الإشارة لا تؤدي وحدها فقط إلى النجاح؛ بل يحصل النجاح عندما يصدف أن يكون النوع الملائم من المصادر قريبًا بما يكفي ليتفوق على أي مصدر آخر. رأينا هذا عندما أدركنا كم كان التوجيه غير مفيد عندما لم تكن الضجة المتبعة قريبة من ملعب كرة قدم. لو صح هذا القياس على التطور، فيجب أن نتوقع شيئًا مشابهًا للتوجيه ناجمًا عن الانتخاب الطبيعي.

الحالة مشابهة بالفعل، كما يبين (الشكل ٧,٣) مثل الروبوت المشار

إليه في النصف الأعلى من الشكل، سيتّجه النوع الحيوي إلى أضعف مصدري الإشارة. وينجم ذلك عن أن المصدر الأضعف أقرب، وبالتالي يتم الإحساس به أكثر. والاختلاف أن الروبوت يستقبل الصوت مباشرة من المصدر الأقرب، أما النوع الحيوي فعليه الاكتفاء بمعلومات أقل تحديدًا، فكل ما يشعر به النوع هو الصلاحية النسبية للجينومات المختلفة الموجودة حاليًّا ضمن أفرادها. وقد تعتقدون أن هذا يشكل كمية كبيرة من المعلومات، إذا أخذنا بعين الاعتبار ملايين الأفراد التي قد تنتمي إلى نوع واحد. لكن التركيب الجيني لمعظم الأفراد لا يختلف عن الغالبية العظمى إلا اختلافًا ضئيلًا لا يُذكر؛ ولذلك فالتنوعات الجينومية الموجودة في أي وقت هي قليلة العدد نسبيًّا (ممثلة بالنقاط في النصف السفلي للشكل). ويقتصر تأثير توجيه الانتخاب الطبيعي على الخروج من النقطة الحالية (المسماة الموضع البدائي) إلى النقطة الأفضل توفرًا (الموضع الجديد). يظهر الشكل هذه الخطوة. وفي أكثر الأحيان يكون أفضل موقع متوفر هو الموضع الحالي، ولذلك فلا تتخذ أي خطوة.





الشكل (٧,٣) مقارنة خطوة واحدة لتوجيه الروبوت مع خطوة واحدة بالانتخاب الطبيعي. النصف الأعلى هو خريطة جغرافية عادية، والأسفل هو خريطة «للفضاء الجيني»؛ أي: فضاء التسلسلات الجينومية الممكنة. تشير الحلقات المتراكزة إلى مواضع مصدري الإشارتين في الخريطة العليا ومصدري الصلاحية في الخريطة السفلى، وتبدي كيف تنخفض قوة الإشارة بالابتعاد عن هذه المصادر. مثلت التسلسلات الجينومية في النوع الحيوية بالنقاط، فتشير النقاط الأكبر إلى الجينومات السائدة قبل خطوة التوجيه وبعدها.

الأمر الذي يهمنا إدراكه هنا أن أي سمة وظيفية جديدة ـ اختراع ـ لا تعطي إشارة صلاحية أبدًا إلى أن يمتلك أحد أفراد النوع الحيوي على الأقل ذلك الاختراع، مما يعني: أن الانتخاب الطبيعي لا يمكن أن يخترع بنفسه!

لنفترض مثلًا أن المصدر القوي للصلاحية في أسفل يسار (الشكل ٧,٣) هو اختراع حقيقي من نوع ما، وأن المصدر الضعيف في يمين أسفل الشكل مصدرٌ غير هام تمامًا من ناحية الاختراع (سأقدم أمثلة حقيقية بعد قليل). سوف يحرّك الانتخاب ـ في غفلة عن الأهمية من عدمها ـ النوعَ بعيدًا عن الاختراع؛ لأن الاختراع في هذه الحالة «خفي» تمامًا؛ أي: لا يوجد فرد من النوع يملك التسلسلات الجينومية الخاصة الضرورية للاختراع كي يتم إنتاجه. بالطبع إذا وضعت نقطة أخرى بالقرب من الاختراع؛ فالنتيجة ستكون مختلفة. الفكرة هي أن هذه النقطة ستنتمي هنالك فقط في حال كان التسلسل الجينومي الذي تشير إليه موجودًا مسبقًا ضمن النوع. فالانتخاب لا يستطيع أن يضع النقاط بذاته، وإنما يتبع النقاط الموجودة فحسب، وحتى اتباعه لها لا يكون إلا بهذه الطريقة قاصرة النظر.

إذًا قبل بدء الانتخاب عملية تفضيل اختراع ما، يوجد شيء ما غير الانتخاب قد اخترع هذا الاختراع مُسبقًا. وهذه من جواهر العلم العام أو المشترك التي يجب تقديرها، إنه إدراك واضح يكتسب حالة ثورية لسبب واحد فقط لأنه تم تجاهله لفترة طويلة، فلنتأمل ذلك للحظة. رغم كل المزاعم الكبيرة ـ كل شيء من حجج ريتشارد دوكنز الشهيرة في «صانع الساعات الأعمى»[١] إلى الكلام التخصصي المنمّق لجراهام بيل في «الانتخاب: آلية التطور»[٢] ـ فإن منطق الانتخاب الطبيعي بحد ذاته يؤكد لنا بأن قوة الاختراع موجودة في شيء آخر.

ولأن التطوريين لم يتفقوا أبدًا على ماهية هذا الشيء الآخر، ما زالت الفجوة المتسعة موجودةً في وسط النظرية التطورية.

أصابَ دان توفيق كبد الحقيقة: لا يتطور شيءٌ ما لم يكن موجودًا مسبقًا.

---

(١) Richard Dawkins, The Blind Watchmaker: Why the Evidence of Evolution Reveals a Universe Without Design (London: Longman, 1986).

(٢) Graham Bell, *Selection: The Mechanism of Evolution*, 2nd ed. (Oxford: Oxford Univ. Press, 2008).

الفجوة المتسعة في النظرية التطورية

تعزو النظرية التطورية القوة الاختراعية إلى الانتخاب الطبيعي لوحده. لكن لأن الانتخاب الطبيعي لا يستطيع الوصول إلى إشارة الملائمة من اختراع إلا بعد أن يكون هذا الاختراع موجودًا مسبقًا فلا يستطيع فعليًّا اختراع أي شيء.

الإجابة عن هذه الحجة الواضحة من قبل أنصار النظرية الداروينية هي أن الانتخاب لا ينتج عيونًا أو أدمغة أو رئة دفعةً واحدة؛ بل كان قبل فترة طويلة من عمله على هذه الأعضاء المعقدة يقوم بتحسين كثير من الأشياء الأبسط التي مهّدت الطريق لظهور هذه الأشياء الأعظم. كان كلٌّ من هذه الأشياء الأبسط مفيدًا لسببٍ خاصٍّ به - كما يقولون - بحيث استطاع الانتخاب العمل رغم عدم وجود الوظائف الكبرى بعد.

ورغم أن هذه الإجابة ما زالت تصوّر الانتخاب كبطل القصة، نجد مجددًا أنه ما زالت هناك حاجة لشيء آخر ليقوم بكل هذه الاختراعات الرائعة. يمكن أن يسبب الانتخاب اتخاذ النوع خطوات جينية، لكن بدون أي توجيه لهذه الخطوات، لن تصل الحركات من هذا النوع لأي مكان. يتطلب الوصول إلى وجهة مهمة ليس مجرد خطوات بل خطوات مُنسقة، يوجهها بإحكام حجارة مسار ممهد.

لنفترض مثلًا أن سمة بيولوجية ما - لنسمّها X - تنجز وظيفتها بواسطة وظائف مكوناتها العديدة.

ولنفترض أن (س) تتطلب للعمل أن تكون؛ (ص) عاملة و(ع) عاملة و(ق) عاملة وتتطلب (ص) لكي تعمل أن تكون (هـ) و(ك) و(و) و(ط) عاملة وهكذا. في ظل هذه المتطلبات، كيف يمكن أن يظهر الاختراع (س) بالصدفة؟ ما الذي يفترض أن ينسق ظهور كل هذه الأشياء الضرورية في الأزمنة والأمكنة الملائمة، ليمهد الطريق ببصيرة لظهور (س)؟ أن نقول ببساطة أنه تم انتخاب طلائع كل الأجزاء الضرورية لأسباب مختلفة هو تجاهل للظروف المعقدة المذهلة التي تُعد ضرورية لظهوره. ففي نهاية المطاف لا

تقدم لنا معرفة أن نوعًا معينًا سيستفيد من كون (س) عاملة سببًا للاعتقاد بأن طلائع كل المكونات الضرورية لبناء (س) تَصادف أن يكون لها فوائد في وقت سابق، وكل منها لسببه الخاص، أو بأن كل هذه الطلائع ربما عدلت بلطف عبر تعديلات صغيرة لتصل إلى أدوراها الجديدة الهامة لـ(س) فقط وذلك عندما أصبح (س) ضروريًا. لا تجتمع الأشياء سويةً بهذه الطرق المفيدة إلا في أفلام الإثارة حيث لا تأخذ الواقعية بعين الاعتبار.

أما في العلم فيجب أن ينظر إلى مزاعم هذا النوع من المصادفات المفيدة بعين الشك. وهي في أحسن الأحوال إساءة تفسير للتاريخ، حيث سرق الانتخاب (البطل الزائف) المجد من بطل مجهول يعمل خلف الستارة ليجعل كل شيءٍ يخرج بشكل صحيح.

خرق قوانين الاحتمال... أو تجاوزها

سنرى قريبًا لماذا يجب استبعاد احتمال الاختراع بالصدفة جدًّا. لكن في الوقت الحالي، إذا قبلنا هذا مؤقتًا على أساس حدسنا، سنجد أنفسنا نتساءل عن كيفية صمود تفسيرٍ للحياة في ضوء مثل هذه الاحتمالات البعيدة، على أن يكون هذا التفسير قد تعامل مع عدم الاحتمالية ولم يتغاضَ عنها. يبدو أن هناك احتمالين فقط، إما أن يتغلب التفسير على الاحتمالات البعيدة (وذلك بمعاكستها بشيء له نفس القوة) وإما أن يتخطاها (بجعلها غير مهمة).

ولعلك لاحظت أن الاحتمالات البعيدة التي نناقشها سهلة التخطي باتباع حدسنا التصميمي. فتفسيرات الحياة التي تنسب اختراع الكائنات الحية إلى عليم تتخطى عبء الاحتمالات البعيدة. أما التغلب على الاحتمالات البعيدة، فقد اتضح أن التكتيك الذي لجأنا إليه في حالة الروبوت هو التكتيك الوحيد؛ أي: أن الطريقة الوحيدة للتغلب على عدم الاحتمالية هي امتلاك هذه الغزارة من الفرص لحدوث النتيجة غير المحتملة بحيث يزيد احتمالها جدًّا.

طبق آخر من حساء الوحي سيساعدنا على فهم ذلك. تصور طباخًا يقدم قدرًا من حساء حروف الأبجدية ويرفع الغطاء، فيكشف عن تعليمات مكتوبة.

الآن لنسأل أنفسنا: ما التفسير المؤهل كتفسير معقول لما شهدناه الآن؟ إحدى التفاسير المؤهلة أن أحدًا قضى في المطبخ ساعتين من الزمن يرتب هذه الحروف، لكن هذا التفسير يجتاز الاحتمالات البعيدة ولا يتغلب عليها. بافتراض أن الطباخ أصر على أن التعليمات لم يشكلها شيء أكثر من عملية غلي الحساء وتبريده، سؤالي هو ماذا يمكن أن يقنعك أنه يقول الحقيقة؟

آمل أنك لن تسقط فريسة أسلوب الانقياد إلى السُّلطات. تصور فريقًا من الفيزيائيين، جميعهم ملتزمون بالمادية. هل ستقتنع إذا ألقوا عليك سلسلة من المحاضرات التقنية المختصة تزعم أن الأسباب الفيزيائية التي تكتب التعليمات الجينية في الحساء البدائي قد فعلتها مرة أخرى في حساء حروف الأبجدية؟ بالتأكيد لا

ستحتاج لتثبت قدميك في وجه هذا النوع من الإرهاب الفكري إلى حجة منطقية عامة وبسيطة وحصينة، وهذا بالضبط ما كنت ستفعله. لا يمكن أن تغير أي كمية من الهراء التقني حقيقة أن قيام الأسباب التصادفية عملها عن بصيرة هو أمر على درجة هائلة من عدم الاحتمالية. إذا عزى الفيزيائيون التعليمات في حساء حروف الأبجدية إلى «السحب المتلازم (correlative entrainment)» ـ أيًا كان معنى هذا المصطلح ـ يجب أن يكون سؤالك الأول «وهل تلقى هذا «السحب المتلازم»؛ أي: مساعدة من شخص يفهم التعليمات، أو أنه كان عملية فيزيائية غير موجهة إطلاقًا؟» وإذا كان الجواب أنها غير موجهة، فيجب أن يكون سؤالك التالي «من كل النتائج الممكنة لعملية غير موجهة، كيف كان هذا «السحب المتلازم» محظوظًا بتحقيق نتيجة خاصة مثل هذه النتيجة التي تبدو لكل العالم وكأنها كانت موجهة؟»

ليس هناك جواب مقبول. فالبصيرة (Insight) فريدة من نوعها تمامًا، ولا منافس لها من الأسباب غير العاقلة التي يقصر الماديون أنفسهم بها، وكما سنرى لاحقًا لا يمكن اختزالها في هذه الأسباب أيضًا. ولأن الأسباب المادية تختلف جوهريًا عن البصيرة، فلا يمكنها أن تقوم بما تقوم به البصيرة بأي طريقة منهجية. فالأمواج الصوتية مختلفة عن أمواج الماء في مادتها الفيزيائية،

لكن حقيقة أن كليهما من الأمواج تعني أنهما يظهران سلوكًا مشابهًا على نحو مذهل في العديد من النواحي. أما نظائر البصيرة فهي غير موجودة أصلًا.

غياب أي نظير للبصيرة؛ يعني: أن أي حالةٍ لأسباب غير عاقلة تعمل عمل البصيرة لا بد أن تكون فَلْتَة... صُدْفة (coincidence)، والأمثلة الصغرى كثيرة. فالكلمات القصيرة تبدو في حساء الأحرف الأبجدية من وقت لآخر، وليس هذا بعمل أي قوة سحرية في المرق بل بالصدفة؛ بل إن مثالنا عن الروبوت يظهر أن عدم احتمالية الصدفة يمكن تعويضها بالتكرار، لدرجة ما على الأقل. بالتالي فمسألة قدرة التكرار على التغلب على تحدي الاختراع البيولوجي أمرٌ يستحق النظر. بالتأكيد، تكاثر بلايين الكائنات عبر ملايين أو بلايين الأجيال يمثل تكرارًا على مستوى هائل. ربما سنجد إذًا أن حدسنا التصميمي غير مجهز للاستعمال على هذا المستوى.

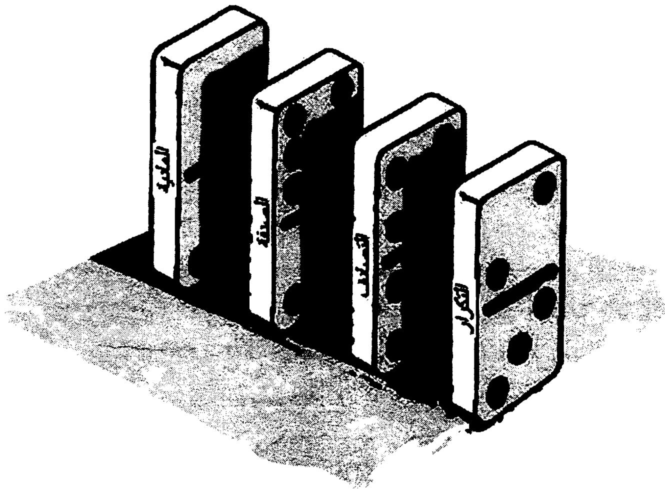
نتيجة تفرد البصيرة

غياب أي نظير للبصيرة؛ يعني: أن أي حادثة ناتجة عن أسباب غير عاقلة تقوم على البصيرة لا بد وأن تكون مصادفة.

ولكن لا يصعب علينا أن نتخيل أنفسنا ونحن متفاجئون على كل حال. سنستمر في تجربتنا الذهنية ونفترض أنك بعد أن عبَّرت عن شكك للطباخ، قادك خلف الأبواب، إلى حيث تكتشف أن ما اعتقدت أنه كان مطبخًا هو في الحقيقة مركز لوجيستي، مركز قيادة العمليات لعملية غليان هائلة تتضمن مئات ملايين الأمتار المكعبة من المطابخ المنتشرة عبر القارات الست! بمساعدة كاشف نص أوتوماتيكي، يتم تنبيه المشغل البشري عندما تظهر حروف باستا في أيٍّ من ملايين القدور المبردة بشكلٍ يشبه التعليمات، على الأقل من منظور الحاسوب. وبعد إجراء هذه العملية بكامل قدرتها لمدة تسعة سنين فقط، دوى الإنذار منبهًا إلى وقوع المطلوب. جُمد محتوى هذا القدر الفائز بحذر للمحافظة على الحروف في مكانها لنقلها من مطبخ موجود في ضواحي جوهانسبرج، وكنتَ محظوظًا لتتم دعوتك لتشهد العرض التقديمي (بعد إذابة التجميد).

لنفترض أيضًا أنه بمساعدة إحصائي قمت بالحساب وتبين صحة كل شيء. فعند أخذ مستوى العملية بعين الاعتبار، حسبت أن التعليمات المشابهة لما رأيت يجب أن تظهر بمعدل كل ٧,٢ سنة. صحيح أن الأمر استغرق أكثر قليلًا من المتوقع إلا أنه كان يستحق الانتظار، وقد تمت الإجابة عن شكك ولقد كان الطباخ محقًّا. من المثير للاهتمام أن المجال الواسع للتكرار هو ما سبب إنتاج التعليمات، في حين أن السبب في ملاحظتها هو نوع من أنواع الانتخاب. فقد كان للانتخاب دورٌ فعلًا، صحيح أنه أكثر تواضعًا من الاختراع، لكنه دور ليس عديم الأهمية بالتأكيد.

بالطبع باعتبار كمية الافتراضات التي وضعناها هنا، يمكن أن يُظهر الفحص الدقيق أن هذا السيناريو بأكمله غير معقول. سنحل هذا الأمر على مدى الفصلين التاليين. لكن في هذا الفصل، مغزى القصة هو أن الاختراع غير المقصود (accidental invention) سيكون عليه ترجيح التكرار للتغلب على الفرص غير المواتية للمصادفة الاستثنائية. أما فيما يتعلق باختراع الكائنات الحية؛ فالالتزام بالمادية هو التزام بتفسير الصدفة، والالتزام بتفسير الصدفة هو التزام بالتصادف، والالتزام بالتصادف هو التزام بقوة التكرار. وهذه الأشياء تقف سويةً أو تقع سويةً.



الشكل (٧,٤) قطع الدومينو التي يجب أن تصمد حتى تصمد المادية

إذا كان هناك أي شيء يرجح الاختراع بالصدفة، فهو التكرار قد تعمل أسباب الصدفة عمل البصيرة فقط بالتصادف غير المحتمل، ويمكن وعن الطريق التكرار وحده يمكن تقبل هذه الاحتمالات البعيدة.

الانتخاب الحقيقي ـ الجيد والسيئ والقبيح

في تتمة هذا الفصل أريد أن أصف ثلاث حالات دُرست من المختبر والتي تؤكد النتيجة التي توصلنا إليها عن الانتخاب، وهي أنه هائم عديم الهدف، عاجز عن الاختراع. ومهما بلغت الرغبة بتصوير الانتخاب بمصطلحات لامعة، فإن الواقع الذي يواجه العلماء الذين يبحثون في الانتخاب في المختبر أكثر تواضعًا بكثير. ولا يوجد أحدٌ يملك إدراكًا أصحّ لما يستطيع الانتخاب فعله وما لا يستطيع أكثر من أولئك الذين حاولوا السيطرةَ على زمامه وجَعلَه يعمل أمام أعينهم. عندما أقول إن هؤلاء الأشخاص ـ وأنا منهم ـ وصلوا، عبر عقود من البحث، إلى رؤية أكثر تواضعًا عن الانتخاب الطبيعي، فأنا أقول شيئًا يستحق الاستماع إليه[1]

(١) توصّل الذين عملوا على حسابات الانتخاب الطبيعي أيضًا إلى صورة متواضعة لقوّته، ولمن كان مُهتمًّا فهنالك نتيجتين رئيسيّتين قادتا لهذه الصورة المتواضعة، تتمثل الأولى في أنّ عواملًا عدا عن التلاؤم الجيني تميل للسيطرة في تحديد الأفراد الذين ينقلون جيناتهم للأجيال اللاحقة، وينعكس هذا في حقيقة أنّ الحجم الفعّال للجمهرة الطبيعية effective population size (أي: حجم الجمهرة المثالية المُفتقدة لتلك العوامل التنافسية التي تُسبّب التنوّع الجيني ذاته كما في الجمهرة البريّة) يميل لكونه أصغر بكثير من الجمهرة الحقيقية (انظر مثلًا: T. F. Turner, J. P. Wares, and J. R. Gold, "Genetic Effective Size Is Three Orders of Magnitude Smaller Than Adult Census Size in an Abundant, Estuarine-Dependent Marine Fish," *Genetics* 162 [2002]: 1329-39)، بينما النتيجة الثانية تتمثل في أنّ احتمالية ثبات طفرة مفيدة حديثة النشوء في جمهرة مثالية تعادل فقط ضعف الأفضلية التلاؤمية التجزيئية fractional fitness advantage، ولميل تلك الأفضليّات بأن تكون ضئيلة جدًّا ولأنّ الجمهرات الحقيقية بعيدة عن كونها مثالية، يتبيّن أنّ أرجحيّة الجمهرات الحقيقية مُفاجئة بصغرها. عند حساب أرجحية أن ينقل الحائز الأول على طفرة مفيدة جديدة إلى كامل النوع بضرب ضعف الأفضلية التلاؤمية التجزيئية بنسبة حجم الجمهرة الفعّال إلى حجم الجمهرة الحقيقي (M. Kimura, "Diffusion Models in Population Genetics," *Journal of Applied Probability* 1 [1964]: 177-232)، نجدها تصل بسهولة لأقل من واحد في المليون. يزيد على اللااحتمالية هذه ندرة الطفرات المفيدة بالمقام الأول. الأسوأ من ذلك أنّ هذه المشاكل المعروفة تظلّها بالكامل =

الرؤية المتواضعة ليست سلبية بالكامل؛ فالانتخاب جيدٌ في القيام بشيء واحد معين. وبفشله كمخترع، أثبت نفسه كمتلاعب، إشارة إلى نوع التلاعب الذي نقوم به في المرآب أو مخزن الخردوات. كما يمكن أن يعمل محرك متوقف أحيانًا بضربه على جانبه، أو كما يمكن أن تعمل قطعة لا تكاد تعمل في جهاز بقطرة زيت هنا أو إدارة المفك هناك، كذلك النظم البيولوجية. يمكن أن تعني التعديلات الصغيرة في بعض الأحيان الفرق بين جودة العمل أو ضعفه، ويبدو أن للانتخاب براعة في العثور على هذا النوع من التعديلات.

لقد صنعتُ في إحدى المرات أنزيمًا طافرًا ثبت أنه حلم المتلاعبين. بدءًا من جينة طبيعية تحمي البكتيريا من البنسلين بترميز أنزيم معطل للبنسلين يسمى بيتا لاكتاميز، طَفَرّت هذه الجينة إلى الدرجة التي أصبح أنزيمها المرمز بالكاد يعمل. مكّن الأنزيمُ ضعيف الفعالية البكتيريا المنتجة له من البقاء على قيد الحياة في جرعات منخفضة جدًّا من البنسلين، أما الجرعات الأعلى فكانت قاتلة. مثل محرك صدئ في ساحة الخردوات، تبين أن هذا الأنزيم المتهالك من نوع الأشياء التي يمكن أن يصلحها التلاعب. أطلقت الانتخاب مع زملائي في المخبر عبر عمل كثيرٍ من المتغايرات الطافرة للجين المرمز وترك الانتخاب يختار أيها يعمل أفضل. بعد ستة دورات من الطفرة والانتخاب، مع زيادة قيود الانتخاب في كل دورة، وجدنا أنفسنا مع أنزيم أصلح بشكل جيد[1]؛ بل إن التحسين على مدى خمسمائة مرة الذي أُنجز بالتلاعب الطبيعي تجاوز أداء الأنزيم الطبيعي الأصلي الذي عطلته!

في ظل هذه الظروف المناسبة يستطيع الانتخاب بالفعل التوجه إلى الصلاحية للوصول إلى وظيفة مُحكمة جيدًا. في بداية تجربتنا المخبرية، كانت البكتيريا في حالة مشابهة للروبوت الباحث عن الضجة ضمن مدى سمع ملعب

= مشكلة أكبر ليست معروفة على العموم، وهي أنّ الطفرات المفيدة التي تحدث بين الحين والآخر لا تتعلق بابتكار أيّ شيء جديد بالملاحظة. يركّز هذا الكتاب على هذه المُشكلة الأكثر جوهرية.

(١) D. D. Axe and A. K. Gauger, "Model and Laboratory Demonstrations That Evolutionary Optimization Works Well Only If Preceded by Invention: Selection Itself Is Not Inventive," *BIO-Complexity*, no. 2 (2015): 1-13.

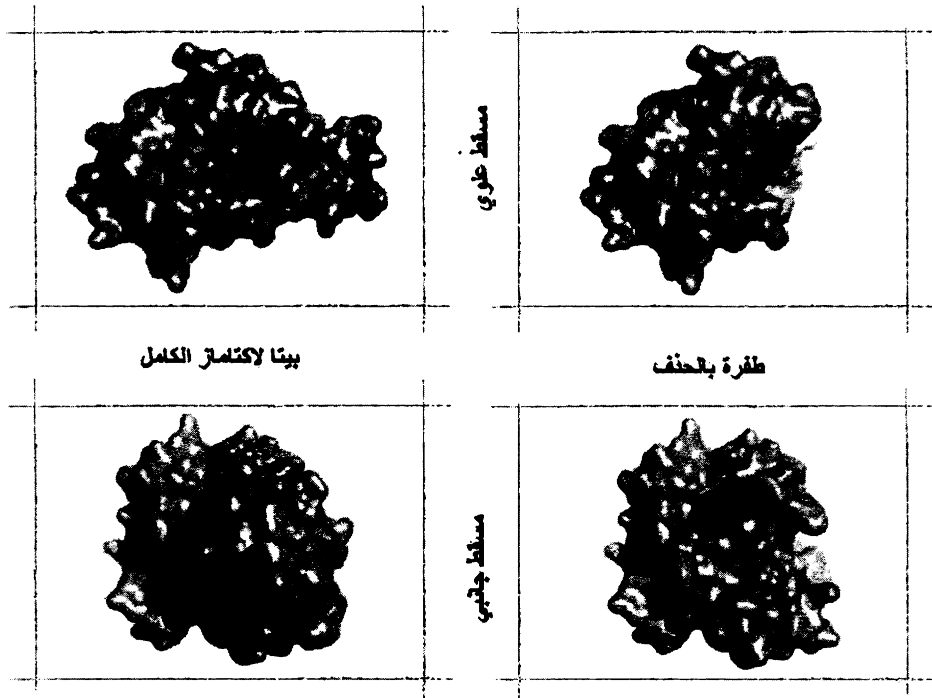
كرة قدم ومع مسار سالك لمدخل الملعب. ولكن على الرغم من فعالية التوجيه في هذه التجربة فإنه لم يقم بأي شيء يشبه الاختراع. من أجل القيام بتحسينات، يجب أن يُعطى الانتخاب جينة ترمز أنزيم بيتا لاكتاميز يعمل، وهذا ليس بالأمر الهيّن.

تذكر أن الجزيئات البروتينية التي تُشَكل الأنزيمات يجب أن تطوى إلى الشكل الملائم لإنجاز تفاعلات كيميائية محددة بدقة. الشكل المعين لكل بروتين ـ وتحديدًا التجمع الدقيق لهذه البروتينات إلى معقد متعدد البروتينات ـ هو ما يمكن الأنزيمات من إنجاز مهامها بفعالية ودقة مذهلتين. عمل الانتخاب عملًا جيدًا بالقيام بالتعديلات الضرورية لإعادة أنزيمي المُفسَد بيتا لاكتاميز إلى حالة جيدة، ولكن قطرات الزيت وإدارة مفك بعيدان كل البعد عن العبقرية المرتبطة بالاختراع.

الطريقة الأفضل لإثبات ذلك هي تحدي الانتخاب ليخلق اختراعًا لوحده. قمنا بذلك أيضًا، وذلك بترك الانتخاب يعمل على بروتين آخر يحمي البكتيريا قليلًا ضد البنسلين. ويشبه حالة الأنزيم المُضعف الذي ذكرناه منذ قليل، اشتُق هذا المتغاير من أنزيم بيتا لاكتاميز الطبيعي، لكن في هذه الحالة كان التعطيل البنيوي شديدًا جدًّا بحيث أن البروتين لم يعد مؤهلًا ليكون أنزيمًا بعد ذلك. حيث تعرضت جينته المرمزة إلى حذف ١٠٨ أساس من أسس الـDNA، وهي خسارة منعت من تشكيل الشق (cleft) الذي يحصل فيه التعطيل الكيميائي للبنسلين عادةً (الشكل ٧,٥).

مع ذلك يمكن أن تحصل بعض أبسط التفاعلات الكيميائية دون أنزيم، وتعطيل البنسلين هو أحد هذه التفاعلات. فالبنسلين جزيئة هشة تتحطم في غضون عدة أيام في الماء الصافي أو في غضون ساعات في الماء الحامض، فلا يلزم شيء معقد كالأنزيم لتعطيله مالم تكن على عجلة من أمرك. لكن البكتيريا على عجلة من أمرها لأنها يمكن أن تتضاعف في غضون نصف ساعة من «ولادتها»، فلا تستطيع الانتظار لكي يتحطم البنسلين لوحده، لذا يقلص البيتا لاكتاميز زمن الانتظار من أيام أو ساعات إلى دقائق أو ثوانٍ.

اكتشفت نسخة الأنزيم المصابة بطفرة الحذف بعد تعريض الخلايا البكتيرية التي تحمل مجموعة متنوعة من جينات الاختبار المطفرة بدرجة كبيرة جدًّا إلى كمية من البنسلين تكفي لإيقاف نموها فقط[1] في ظل هذه الظروف، ما يكفي لنمو إحدى الخلايا هو تحسين صغير في ميل البنسلين الطبيعي للتحطم، ربما عبر شيء بسيط مثل سلسلة بروتينية لينة متخلخلة فيها عدة أحماض أمينية حامضية. اجتازت إحدى الجينات الطافرة هذا التحدي، وعلى الرغم من أنني لا أستطيع سوى تخمين كيف يقوم البروتين الذي ترمزه بتعزيز تحطيم البنسلين، فيمكنني إثبات أنها لا تعمل بالطريقة التي يعمل بها البيتا لاكتاميز (انظر: التعليق المرافق للشكل ٧,٥).



الشكل (٧,٥) السطح ثلاثي الأبعاد لأنزيم بيتا لاكتاميز الطبيعي (اليسار) ومعظم ما أمكن بقاءه في بنيته الطبيعية في الأنزيم ذي طفرة الحذف (اليمين). بعد ارتباط جزيئة البنسلين (الرمادي الغامق)

---

(١) D. D. Axe, "Estimating the Prevalence of Protein Sequences Adopting Functional Enzyme Folds," *Journal of Molecular Biology* 341 (2004): 1295-315.

بشق الموقع الفعال كما هو مبين، يعطله الأنزيم (اليسار) بسرعة ومن ثم يلفظ المنتج غير الضار. بمجرد خلو الشق، يصبح الأنزيم جاهزًا للارتباط بجزيئة البنسلين التالية. الصورة على اليمين افتراضية من حيث أنها تصور ما بقي من الأنزيم ذي طفرة الحذف كما لو أن قطعة من قطع لعبة المكعبات (الليغو) قد أزيلت من بنية مكعبات ليغو. لكن البروتينات مختلفة جدًّا عن المكعبات، فهي تميل إلى تشكيل بنيتها إما بالبنية الكاملة وإما لا شيء؛ أي: أن الحذوفات الكبيرة مثل هذا الحذف قد يمنع بسهولة تطوي ما بقي من الجزيئة، حيث تبقى سلاسل البروتينات التي لم تتطوَّ متخلخلة مثل السباغيتي المطبوخة في الماء المغلي. لسنا متأكدين إن كانت هذه الطافرة المحذوفة متخلخلة، لكننا نعلم أن وظيفتها منخفضة المستوى لا تستعمل آلية الأنزيم الحقيقي على اليسار لأنها لا تتأثر بإزالة الأحماض الأمينية المهمة لهذه الآلية[1].

بعدما رأينا أن طفرة الحذف أعطت البكتيريا حماية خفيفة من البنسلين، أردنا رؤية إن كان الانتخاب يمكن أن يستغل ذلك التأثير لاختراع أنزيم بالتعقيد البنيوي والوظيفي لأنزيم بيتا لاكتاميز طبيعي. لكن رغم جهودنا المبذولة بتقديم كل الفرص التي وفرناها سابقًا لهذا المتلاعب العظيم، فقد فشل هذه المرة، تاركًا بروتينًا «متطورًا» لا ينجز أفضل من البروتين الضعيف الذي بدأنا به[2]

تقدم مقارنة هذه النتيجة بالنتيجة السابقة صورة واضحة لعجز الانتخاب عن الاختراع. فلقد عَمِل التوجيه في كلا التجربتين، لكن النتائج كانت ناجحةً فقط عندما أتت إشارة التوجيه من المصدر الصحيح. فلم توجد في التجربة الثانية آلية معقدة وراء تحطيم البنسلين، وتبين أن هذا أهم بالنسبة للنتيجة التطورية من مستويات الإشارة البدائية، التي كانت متشابهة في الحالتين (الشكل ٧,٦). مثلما كان الضجيج ضجيجًا للروبوت، كذلك الصلاحيةُ كانت صلاحيةً للانتخاب وهذا يجعل التوجيه غير فعال أبدًا إذا لم تكن الإشارة القادمة من المصدر الصحيح قابلة للرصد من البداية. وما لم يُوفَّر أنزيم فعال، فإن التلاعب الذي يجيده الانتخاب عديم الجدوى.

هناك أمثلة أكثر إحراجًا، حيث يمكن أن يوجه الانتخاب للمصدر

---

(١) Axe, "Estimating the Prevalence of Protein Sequences Adopting Functional Enzyme Folds".

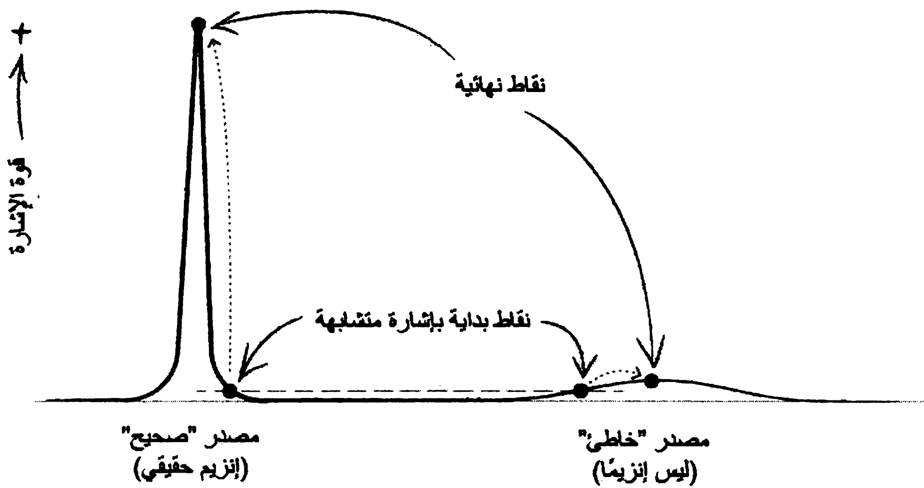
(٢) Axe and Gauger, "Model and Laboratory Demonstrations".

الخطأ، حتى عندما يُمكن رصد الإشارة القادمة من المصدر الصحيح منذ البداية، والأدهى أن الانتخاب قد ينصرف بلا رجعة عن المصدر الصحيح في سعيه للخنوع وراء المصدر الخطأ. هذا السيناريو «القبيح» شبيه باستدراج الروبوت إلى هلاكه بصوت حافلة مقتربة أمام ملعب كرة القدم. وقد أثبت العلماء هذا الأمرَ عبر مشروعٌ تعاوني بين المعهد البيولوجي (Biologic Institute) وجامعة ويسكونسين ـ سوبريور (Wisconsin-Superior) وذلك باختبار المصير التطوري لبكتيريا تحمل نسخة معيبة من جين يرمز إحدى الأنزيمات الضرورية لصنع التريبتوفان، وهو أحد الأحماض الأمينية العشرين المستعملة في بناء البروتينات[1] تحمل الجينة المعيبة طفرتين مفردتين في أساس واحد من الـDNA في موضعين مختلفين، تؤدي كل منهما إلى إدماج حمض أميني خاطئ في الأنزيم. ولكلا العيبين عواقب وظيفية خطيرة، فأحدهما كفيل بالقضاء على الوظيفة بمفرده، أما الثاني فيسبب تلفًا كبيرًا ولكنه غير نهائي. ونتيجةً لذلك ستعجز البكتيريا التي تحمل هذه الجينة المعطوبة عن النمو ما لم يُضَف لها كمية كافية من التريبتوفان للبقاء على قيد الحياة.

والآن قد تعتقد أن الانتخاب سيتمكن من إصلاح هذه الجينة المعيبة طالما قدمنا للبكتيريا كمية كافية من التريبتوفان للنمو والتكاثر ببطء. فبالنهاية يبدو أنه تم رصف الطريق بالحجارة الممهدة للشفاء الكامل بعناية. قد تصحح طفرة بدائية الخطأ المُوهن بجلبها لميزة إنتاج مصحح جزئيًا للتريبتوفان. يجب أن تؤدي هذه الميزة بعد ذلك إلى كثرة الخلايا ذات الجينة المصلحة جزئيًا، مما سيمهد الطريق لطفرة ثانية لتصحيح الخطأ المتبقي. وبمجرد حصول ذلك ستُمكّن ميزةُ إنتاج التريبتوفان الطبيعي من ازدهار الخلايا المصلحة.

---

(١) A. K. Gauger et al., "Reductive Evolution Can Prevent Populations from Taking Simple Adaptive Paths to High Fitness," *BIO-Complexity*, no. 2 (2010): 1-9.



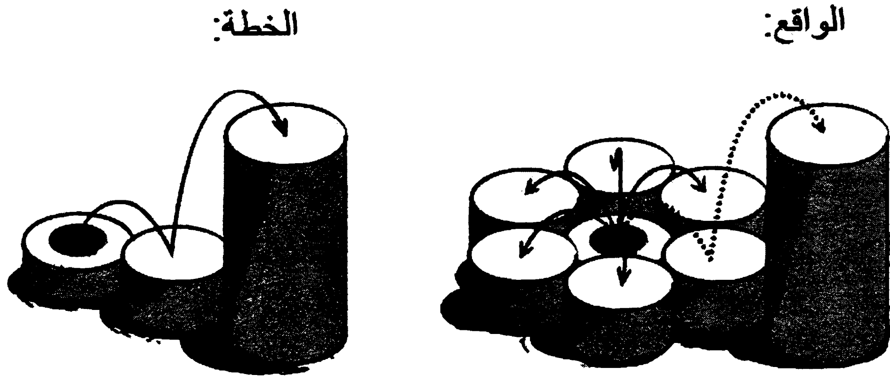
الشكل (٧,٦) كيف يحدد مصدر الصلاحية (وليس درجة الصلاحية «الإشارة») النتيجة التطورية. يظهر الخط الغامق (بتصرف فني) قوة إشارة الصلاحية في مسافات مختلفة عن المصدرين المختلفين. في كلا الحالتين يسبب التوجيه حركة إلى النقاط النهائية المحلية، المشار إليها بسهم رمادي منقط. بالتالي تحددت النتيجة النهائية وفق أي المصدرين تم التوجه إليه.

ونعتمد على هذه الظروف المدبرة كحجارة ممهِّدة للسير لأن الطبيعة عاجزة عن خدمة التطور بالطريقة التي يفعلها العلماء بتقديم جينة بدائية صحيحة تقريبًا وإعطاء الخلايا مِنَحًا من التريبوفان إلى حين إمكانية الاستغناء عنه. إذًا فالنجاح التطوري في هذا السيناريو المصطنع لا يدعم مسألة القوة الإبداعية للتطور في الطبيعة، أما فشله فيدل على فشل التطور حتى في الظروف المناسبة البعيدة عن الواقع.

ولقد أخفق. لم يفشل الانتخاب فقط في إصلاح الجينة المعيبة؛ بل أدى أيضًا إلى تعطيل لا يمكن إصلاحه لهذه الجينة![1] والأهم أن السبب وراء فشله هو أنه صنع ما يجيد الانتخاب فعله: أي: التوجه إلى أقرب مصدر صلاحية أكبر. ولأن بناء جزيئات البروتين يكلف الخلية مادة وطاقة عند فك ترميز تعليمات التسلسلات على الجينة، تُعد الجينات المعيبة عبئًا على الخلايا الحاملة لها. وإخماد هذه الجينات بحيث لا تعمل أبدًا يزيل هذا العبء

(١) Gauger et al., "Reductive Evolution".

الاستقلابي. في حين أن استعادة الجينة كان سيجلب فائدة أكبر بكثير في هذه الحالة، لكن الانتخاب عاجز عن التخلي عن الفوائد المباشرة من أجل شيء نعتبره نحن يستحق الانتظار. إن فائدة الاستعادة الجزئية للجينة مباشرة كذلك، ولكنها كانت ستكون أصعب لأنها تتطلب طفرة محددة ـ أي: التراجع عن تغيير الأساس الذي أضعف الجينة ـ في حين أن هناك عددًا كبيرًا من الطفرات يمكن لأي منها أن يخمد الجينة. في النهاية، حتى الحجارة التي وضعناها بأيدينا لم تستطع أن ترشد الانتخاب إلى المسار الصحيح (الشكل ٧,٧).



الشكل (٧,٧) كيف فشل الانتخاب حتى في حالة بدا فيها كل شيء مُهيئًا لنجاحه. تمثل كل قطعة حجر نسخة مختلفة من الجينة التجريبية، والبقعة الغامقة تمثل النسخة البدائية التي تعاني من طفرتين. أما ارتفاعات الحجارة فتمثل صلاحية البكتيريا التي تحمل الجينة الموافقة. يبدو أن الحجارة المُمَهِّدة الثلاث على اليسار تمهد الطريق للانتخاب لتصعد بمجموعة البكتيريا للشفاء الكامل، لكن الجماعات التجريبية لم تأخذ هذا الطريق أبدًا؛ لأنه يمكن إخماد الجينة بأي من الطفرات الكثيرة ـ أكثر بكثير من الخمس المبينة في الشكل ـ وكانت هذه هي النتيجة المفضلة. لكن الطفرات المخمِدة هي طرق تطورية مسدودة لأنها تؤدي عادةً إلى خسارة الجينة.

ما نستخلصه من التوجيه

بعد أخذ الانتخاب الطبيعي بعين الاعتبار، نستنتج أنه يفقد قوة الاختراع. وهذا لا يعني أننا نقول إن الانتخاب عديم الجدوى تمامًا، ولكن نقول إنه عديم الجدوى كمخترع فقط. في النهاية، لم يبقَ لدينا سوى مرشحين اثنين لدور مخترع الحياة، أحدهم يلائم حدسنا التصميمي والآخر يتحداه. إذا

تبين أن البصيرة هي السبب الوحيد المعقول للاختراع، فقد تأكد حدسنا.

أما إذا تبين أن للتكرار قوة الاختراع ـ على مقياس يُفترض أنه أكبر بكثير من المألوف ـ فسيسقط حدسنا.

من أجل الحكم على هذه البدائل، نحتاج إلى تأمل حدود التكرار. كان الروبوت الباحث عن الضجة قادرًا على إيجاد ملعب كرة قدم فقط بالتجوال هائمًا لفترة طويلة كافية لكي يصل إلى مسمع من الملعب، ونتوقع شيئًا مماثلًا للتطور؛ أي: أنه حتى يصادف أن يصل النوع الحيوي إلى اختراع ما، فعليه أن يتجول هائمًا فترة كافية لكي تحصل هذه النتيجة المحتملة. لكن هل هذا ممكن؟ لمعرفة ذلك، سنفكر بحدود البحث الأعمى في الفصل التالي.

الفصل الثامن

تائه في الفضاء

رأينا في الفصل السادس أنّ حدسنا بالتصميم يُفسِّر لماذا نعتقد أنّ المجاميع النشطة ناتجة حتمًا عن فعل مقصود، وكيف أن الكائنات الحيّة مثالٌ عن هذه الفئة، وسألنا في الفصل السابع إن كان هنالك أيّ شيء يستطيع التغلب على احتمالات ابتكار الحياة بالصدفة، وبالتالي يتغلب على حدسنا بإيجاد الحياة بدون قصد. يفتقد الانتخاب الطبيعي لهذه القدرة، على الرغم من كل الضجة المثارة حوله. وبملاحظة التشابه بين التجوال عديم الهدف للروبوت الباحث عن الضجيج والتجوال الجيني عديم الهدف للنوع الحيّ، أدركنا أنّ التكرار هو العامل الوحيد الذي يمكن أن يعوض صعوبة وقوع تطورات بيولوجية من خلال الصدفة. رغم الربط بين عدم الاحتمالية هذه مع التصادف، إلا أنّنا لا زلنا بحاجة لربطها مع الموضوعات السابقة للكليات النشطة وحدس التصميم الشامل، وسنقوم بهذا في الفصلين التاسع والعاشر.

في إطار التحضير لذلك، نلتفت الآن للسؤال عمّا إذا كانت بعض الأشياء صعبة الإيجاد للغاية بوساطة التجوال عديم الهدف مما يدفعنا لاعتبار اكتشافها بالصدفة أمرًا مُستحيلًا. وإذا تبيّن أنّ هذا صحيح، نُريد معرفة ما إذا كانت الابتكارات البيولوجية هي من هذه الأشياء متعذّرة الإيجاد، فإن كانت كذلك، سندرك أنّ داروين كان مُخطئًا.

البحث عن البيض

الطريقة المعهودة لإيجاد شيء ما هي بالبحث عنه، وحسب خبرتنا هو

جهد يوجهه دومًا هدف ما، إلا أننا سنستعمل كلمة البحث هنا بطريقة مختلفة. من المناسب لموضوعنا أن نطلق مصطلح البحث على أيّ عملية قد تؤدي لإيجاد شيء، سواء أكان هنالك هدف أم لا وبهذا المعنى الواسع للكلمة بحَثَ الروبوت الباحث عن الضجيج في الفصل السابق عن ملعب كرة قدم، وتبحث الأنواع المتطورة عن ابتكارات بيولوجية مفيدة.

سنسمّي عمليات البحث المماثلة عمليات البحث عن البيض؛ لأنّها تشترك في صفات عديدة وهامة مع لعبة البحث عن بيض الفصح. أولها هو وجود شيء مميز بالتأكيد للعثور عليه، سواء أكان الباحث على دراية به أم لا، وإنّ وُجود «كنز» مميزٍ من نوع ما يجعل النتيجة الناجحة مُمكنة وغير مُبهمة، ولكن ليست كل عمليات البحث من هذا القبيل؛ فالشخص الذي يمشط الشاطئ بكاشف معادن أو يفرز محتويات علبة قهوة مليئة بالعملات المعدنية القديمة يأمل العثور على شيء قيّم، لكن دون ضمانة بوجود مثل هذا الشيء.

الصفة الثانية لعمليات البحث عن البيض هي في حدوثها ضمن حيّز مُحدّد جيّدًا؛ أي: إنّها تبدأ جميعًا بوجود كنز هنالك بالخارج، وتشير كلمة هنالك لمنطقة محدّدة ومحاطة، وكلما صغرت المنطقة، كان البحث أسهل، ولكن لا يوجد حدود؛ فقد تكون المنطقة كبيرة للغاية بحيث يصبح البحث مستحيلًا عمليًّا. إن لم يُعثر على ساعة يد في مكتب المفقودات بعد يوم من تركها في قطار في لندن، نعلم حينها أنّها على بُعد رحلة يوم واحد عن لندن، ولكنّ جزء العالم الذي يُحقق هذه الحالة كبير للغاية للبحث فيه؛ فقد ضاعت الساعة.

الصفة الأخيرة لعمليات البحث عن البيض هي سيرها دائمًا دون مُساعدة، والطريقة الوحيدة للحصول على الكنز هي بمُتابعة البحث أو التجوال ضمن مساحة بحث مُحدّدة حتى العثور عليه. لا يوجد تلميحات أو إشارات توجيهية أو أيّ شيء آخر يُساعد منهجيًّا في النجاح. بالنسبة للروبوت الباحث عن الضجيج مثلًا، الضجة الوحيدة التي ساعدته كإشارة موجهة هي صوت صخب الجماهير في مدرّج كرة القدم. يمكن أن يوجهه عدد لا يُحصى من

أصوات الضجيج الأخرى، ولكن لا يوجه أي منها الروبوت إلى المُدرّج بأيّ أسلوب منهجي، وبالتالي يعتبر أيّ تجوالٍ للروبوت عندما يكون بعيدًا عن مرمى سمع أيّ مُدرّج بحثًا غير مُوجَّه، وهذا يتناقض مع الروبوت المُتتبّع للضجيج من مُدرّج قريب، أو طفل يعثر على البيضة المُخبّأة بمساعدة توجيهية من والده فيقول له «اقترب» أو «ابتعد».

تسمّى عمليات البحث التي بدون مُساعَدة غالبًا بعمليات البحث الأعمى، وسنستعمل هذا المُصطلح، مع تذكر أنه يُشير إلى غياب البصيرة أو العواقب، ولا يشير إلى غياب البصر الفعلي. يتحرّك الباحث في البحث لصيد البيض عبر فضاء البحث، بشكلٍ هادف أو غير هادف، مع استطاعته الاستفادة من الكنز الموضوع في هذا الفضاء إذا وجده وعندما يجده، ولكنّه فيما عدا ذلك لا يملك أي دليل إطلاقًا.

البحث في العوالم غير المادية

تشترك جميع أمثلة البحث التي ذكرت قبل قليل بصفة نموذجيّة جدًّا لعمليات البحث المألوفة مما يجعلنا نميل للتغافل عنها: وهي اعتمادها على الموقع المادي. يتحرّك الروبوت في مثالنا السابق من موقع مادي إلى الموقع التالي، وينجح فقط عند وُصوله إلى الموقع المادي لمُدرّج كرة القدم، ويتفحّص المُتجوّل على الشاطئ موقعًا ماديًا تلو الآخر، متأملًا أن يكون الكنز المنشود مخفيًّا في إحدى هذه الأماكن، وقد تبعثر العملات المعدنية في علبة القهوة كيفما كان لتسهيل فحصها، ولكن يبقى الهدف هو تحديد الموقع المادي للعملات التي تستحق الجهد المبذول، وحتّى عمليات البحث على شبكة الإنترنت تنتهي بموقع مادي، وذلك عبر ربط الباحث بخادم مادي عليه المُحتوى المرغوب.

فكيف يبدو البحث غير المُرتكز على موقع مادي؟ الجواب هو أنّه يحدث في مجال الأفكار. خذ مثلًا لعبة العشرين سؤالًا، حيث يجب أن يفكر اللاعب بشيء وعلى بقية اللاعبين تخمين ذلك الشيء. يطرح المخمّنون

عشرين سؤالًا بالتناوب عن ذلك الشيء، والإجابة الوحيدة المسموحة «نعم» أو «لا». لاحظ أنّ هذه اللعبة رغم دورانها حول شيء مادي مختار، لكنّ البحث ليس عن الشيء بذاته بل يجري البحث عن فكرة عنه، ويُعبّر عن هذه الفكرة بذكر اسم الشيء، ويمكن بالتأكيد لعب نفس هذه اللعبة بالفئات غير المادية الأخرى، مثل المِهن أو أسماء العائلات أو الأغاني.

إن فضاء البحث في هذه الألعاب ليس فضاءً ماديًّا بل هو الفضاء التصوّري للأجوبة المُمكنة ـ أي: جميع الأجوبة التي قد تكون صحيحة، طالما كان المُخمّنون يعلمون هذا الشيء من بداية اللعبة. ولجعل الأمر أكثر وضوحًا انظر لفضاء البحث كمجموعة نظرية ـ مجموعة من الاحتمالات التخيّلية، وليست مجموعة من الأشياء المادية أو فضاءً ماديًّا يمكن أن توجد فيه هذه الأشياء (مستودع مثلًا). تتألف عمليات البحث العمياء عادةً من التحقق من الاحتماليات واحدًا تلو الأخرى ـ بشكلٍ نمطي أو عشوائي تمامًا ـ مع البقاء ضمن فضاء البحث.

سنرى قريبًا أنّ عمليات البحث للعثور على البيض في فضاءات البحث غير المادية ـ وهو نمط عمليات البحث المتعلقة بالآلية التطوّرية الداروينية ـ تمثل تلاقي البساطة مع السريالية (ما فوق الواقع). يبقى البحث بسيطًا تمامًا، ولكنّ الكشف يصبح أصعب بشكل يصعب تصوره مع تضخم الفضاءات ذاتها بصورة هائلة.

يثير هذا سؤالًا هامًّا عن معنى الاستحالة ـ وهو سؤال نحتاج لمناقشته لنقرّر ما إذا كانت الابتكارات التطوّرية مستحيلة. من جهة لأنّ الشيء المبحوث عنه ـ هدف البحث ـ موجود بالتأكيد ضمن فضاء البحث، فمن الممكن نظريًّا أن يجد البحث الأعمى هدفه، ولكن من جهة أخرى بما أنّ تفسير داروين للابتكار يجب أن ينطبق على الحياة الحقيقية، فيجب أن نرفض هذا التفسير إن وجدناه مُستحيلًا عمليًّا.

للحصول على إحساس ملموس بمدى حجم اللااحتمالية، ونحن نتحرى التمييز بين ما هو مُمكن وما هو غير مُمكن، لننظر في عملية بحث مُعيّنة ستُصبح نقطة مرجعية مُفيدة.

بحث الكيونا (*cuna*)

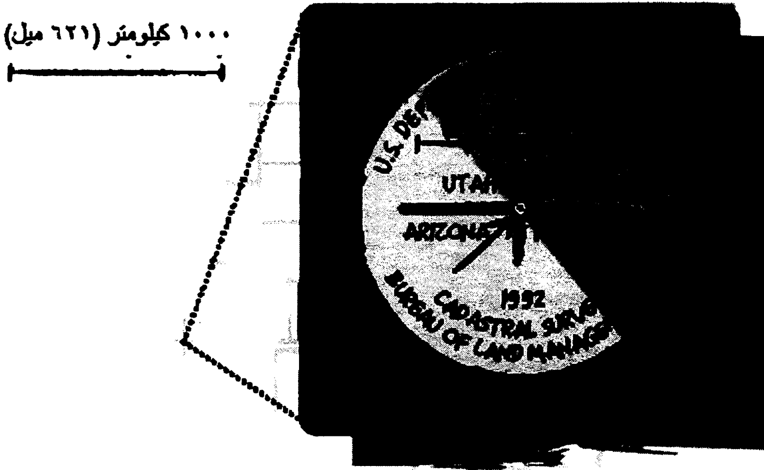
نشعر بارتياح أكثر في عمليات البحث المادية مقارنة مع عمليات البحث غير المادية، ولذلك سيكون مرجعنا عملية بحث لصيد البيض في الفضاء المادي، ولأنّنا نحاول بالنهاية فهم مستويات غياب الاحتمالية الفائقة في فضاءات البحث اللامادية ـ التطوّرية خصيصًا ـ علينا دفع مثالنا المادي إلى أقصى حدود المألوف. إنّ أكبر فضاء مادي نتحرّك فيه عادةً هو سطح الأرض، لذلك سنستعمله كفضاء بحث مرجعي لنا. سيكون هدف بحثنا عبارة عن هيئة على سطح الأرض ذات حجم يكفي لرؤيتها فقط عند الوقوف فوقها.

أفكر بثلم مُعيّن بحجم رأس الدبوس، في وسط لوح برونزي خاصٍّ مُثبت بالأرض. تكمن أهمية هذا الثلم أنّه يقع تمامًا في «التقاطع» المتشكل عند التقاء حدود ولايات كولورادو ويوتا ونيومكسيكو وأريزونا. سأدعو هذا الثلم بثلم كيونا (*cuna*)، ويتألف المصطلح من الحروف الأولى من أسماء هذه الولايات الأمريكية الأربع (الشكل ٨,١). فبحثنا المرجعي ـ بحث الكيونا ـ إذًا بحثٌ أعمى لكامل سطح الأرض عن هدف الكيونا، وهو عملية بحث لصيد البيض تختلف عن عمليات البحث الشائعة بالصعوبة فقط. يغطي هدف الكيونا مُجرّد جزء من مئة بليون بليون من الأجزاء مُساوية الحجم من مساحة سطح الأرض المقدّرة بـ٥١٠ مليون كيلومتر مربّع، مما يجعل هذا البحث أصعب بحث مادي يمكننا تصوّره ذهنيًا.

سيساعدنا الشعور بمدى صعوبة بحث الكيونا خلال نظرنا في عمليات بحث أكثر صعوبة (التطوّرية خصيصًا)، والطريقة الفضلى لتمحيص هذا الشعور هي بإجراء بحث كيونا عمليًّا، والذي يمكنك إجراؤه على موقع (GeoMidpoint) على الإنترنت (www.geomidpoint.com/random). يُمكّنك هذا الموقع من وضع ما يصل لـ٢٠٠٠ نقطة عشوائية على كامل الكوكب، وبعدها يمكنك رؤية مواقع تلك النقاط على خرائط غوغل (Google Maps)[1]

(١) اختر «انتقي كامل الأرض «Select whole earth»؛ واكتب «٢٠٠٠» في الصندوق «عدد النقاط «No. of points»؛ =

بتقريب الصورة إلى تقاطع كيونا، سترى مدى قرب النقطة الأقرب إلى هدف كيونا، ولكن لا تستطيع التقريب بما يكفي لرؤية شيء بصغر ذلك الهدف، إلا أن هذا ليس مهمًّا ـ أقرب نقطة ستكون على بُعد أميال.



شكل (٨,١) اللوح البرونزي الدائري في مركز المَعلم التذكاري رباعي الزوايا الذي يحدّد نقطة تلاقي الولايات الأربع كولورادو ويوتا ونيومكسيكو وأريزونا. يُشير السهم لما نُسمّيه هدف كيونا، الثلم الضئيل (بقطر حوالي ٢,٥ ميليمتر) في نقطة التقاطع.

تثبيت مبدأ التغطية

للحصول على رؤية واضحة عند إصابة الهدف، لنقم ببحث أعمى في الكرة الأرضية عن شيء أكبر من ذلك. ماذا عن أستراليا؟ مع هذا الهدف الضخم، نتوقع إصابته بعدد جيّد من النقاط في كلّ إسقاط عشوائي لمجموعة مكونة من ٢٠٠٠ نقطة. بتعبير أدق، نتوقع أنّ الجزء من النقاط التي تحط على أستراليا سيكون مُساويًا تقريبًا لجزء سطح الأرض الذي تغطيه أستراليا،

= واضغط على «احصل على نقطة (نقاط) عشوائية Get random point(s)»؛ واضغط على «انظر في الخريطة See it on map».

ويصبح هذا التقريب أكثر دقة مع إسقاط مزيد من النقاط. لذا بما أنّ أستراليا تغطي ١,٥ بالمئة من الأرض، نتوقع أنّ حوالي ٣٠ من كلّ ٢٠٠٠ نقطة ستقع في أستراليا، حيث إنّ ٣٠ تعادل ١,٥٪ من الـ٢٠٠٠. يمكنك إجراء التجربة للتحقق من ذلك بنفسك. عندما قمت بها أنا، سقطت ٢٩ نقطة في أستراليا وينسجم هذا مع توقعنا.

الحَدْس الذي أرشدنا إلى هذا التوقع هو مبدأ تغطية واضح: تتناسب سهولة إصابة الهدف بالصدفة مع حجم الهدف. طبّقنا ذات الحدس في الفصل السابع لحساب احتمالية هبوط الروبوت الباحث عن الضوضاء ضمن مرمى الصوت الصادر من مدرّج كرة القدم، وعندما وجدنا أنّ هذه الاحتمالية منخفضة جدًّا، لجأنا إلى التكرار (تكرار حركات التوجيه) باعتباره الطريقة الوحيدة لتخطّي الاحتمالات غير المواتية، ويمكن إجراء ذات الأمر هنا بتكرار إسقاط النقاط عوضًا عن تكرار الحركات، فمن الصعب إصابة أستراليا بمُحاولة عشوائية واحدة، ولكن مع مئة محاولة يُصبح الأمر أسهل، ومع ألف مُحاولة يُصبح الأمر مُؤكدًا تقريبًا.

أصبحنا الآن مُستعدين لإعادة صياغة فهمنا الحَدْسي كمبدأ تغطية، والذي ينطبق على نوعٍ حي يتجول في الفضاء الجيني، كما ينطبق على إسقاط نقاط على الخريطة عشوائيًّا. إسقاط النقطة، في الاستعارة السابقة، هو فحص إحدى الاحتماليات في فضاء البحث، والقول بأنّ النقطة أصابت الهدف؛ يعني: العثور على الهدف. فيما يتعلق بمثال الدبوس، يُمكن صياغة مبدأ التغطية كالتالي:

إن أسقط عدد كافٍ من النقاط عشوائيًّا على فضاء البحث، يُتوقّع أن يكون جزء النقاط التي تصيب هدفًا معينًا ضمن ذلك الفضاء معادلًا لجزء فضاء البحث الذي يغطيه هذا الهدف.

كما رأينا سابقًا، يُوافق هذا المبدأ جيّدًا المُشاهدات الحقيقية عندما يكون الهدف كبيرًا بما يكفي ليُصاب بسهولة.

هذا المبدأ في الواقع مقنعٌ جدًّا بالحَدْس لدرجة أننا اعتبرناه صحيحًا في الفصل السابع، حتى دون إخضاعه للاختبار، فهو صحيحٌ بالضرورة، ولذلك

عوضًا عن صياغته كادعاء تجريبي، علينا أن نغير وصفنا لهذا المبدأ إلى أنه حقيقة احتمالية. باعتبار أنّ الاحتمالات تمثّل أجزاءً بحدّ ذاتها (أجزاءً من اليقين الكامل)، يُمكننا استبدال كلمة «جزء» التي وردت أول المبدأ إلى «احتمالية» وإزالة اقتراح ضرورة إسقاط كثير من النقاط:

إذا أسقطت نقطة عشوائيًّا على فضاء البحث، فاحتمالية إصابة أيّ هدف ضمن ذلك الفضاء تعادل جزء فضاء البحث الذي يُغطيه هذا الهدف.

لتطبيق هذا التعريف على عملية البحث المرجعية لدينا، نتذكر أنّ هدف كيونا يُغطي جزءًا واحدًا من مئة بليون بليون جزءٍ مُساوٍ بالحجم من سطح الأرض، ويُمكن كتابته إما كبسط على مقام أو ككسر عشري:

$$\frac{\text{مساحة هدف كونا}}{\text{مساحة سطح الأرض}} = \frac{1}{100.000.000.000.000.000.000} = 0.00000000000000000001$$

ينص مبدأ التغطية على أنّ هذا الجزء يُمثّل أيضًا احتمالية إصابة نقطة مُسقطة عشوائيًّا لهدف كيونا، ولا نحتاج لبرهنة هذا الادعاء لأننا استنتجناه من مبدأ نعلم صحّته.

تعديلٌ أخير سيجعل مبدأ التغطية أكثر تنوعًا، فليس من الضروري فعليًّا أن تسقط النقاط عشوائيًّا ليكون المبدأ قائمًا. كل ما يهم هو ألا تكون إصابة الهدف مدعومة بانتظام بأيّ شكلٍ كان، وهي من صفات عملية بحث صيد البيض. يجب إسقاط النقاط بشكلٍ أعمى، وليس بالضرورة أن يكون مطابقًا بالضبط للإسقاط العشوائي (مثلًا: الإسقاط في طراز شبكي منتظم) رغم أنّه قد لا يزيد فرص النجاح[١] سنستبدل في تعريفنا الأخير لمبدأ التغطية عبارة «بشكل أعمى» عوضًا عن «عشوائي» من أجل التعبير عن ذلك:

---

(١) على وجه التحديد، تصبح عمليات البحث لصيد البيض المنهجية أقل تعمية تدريجيًّا مع استمرار البحث؛ لأنّ كلّ تخمين خاطئ يُشطب من قائمة الاحتمالات المتبقية، ولكن تصبح ميّزة البحث المنهجي مثل هذا البحث معتبرة فقط في حالات إمكانية اختبار نسبة جوهرية من الاحتمالات، وبما أنّنا مهتمّون بالحالات التي لا يمكن إجراء الاختبار فيها، فلا حاجة للتمييز بين البحث المنهجي والبحث الأعمى.

مبدأ التغطية

إذا أسقطت دبوسًا بشكلٍ أعمى على فضاء البحث، فاحتمالية إصابتها أيّ هدف ضمن ذلك الفضاء تعادل جزء فضاء البحث الذي يُغطيه هذا الهدف.

إذا بدأت بالشعور بالارتباك في هذا الجزء من الرحلة، رجاءً اصمد قليلًا! فسنصل إلى منطقة سهلة بعد قليل، وسترى أنّ التسلق الشاهق في هذا الجزء من الجولة يستحق العناء، فبقدر ما يبدو هذا الحديث عن عمليات البحث نظريًّا، سيتبيّن أنّه لا يقدّر بثمن عندما نفحص إذا كانت عمليات البحث التطوّرية ممكنة الحدوث.

فضاءات بأحجام خيالية

يصلح مبدأ التغطية بكلّ جزءٍ منه لعمليات البحث في الفضاءات غير المادية كما هو في عمليات البحث في الفضاءات المادية، وبتسلحنا بهذا المبدأ وببحث الكيونا، نصبح جاهزين للتفكير إن كان النجاح مستحيلًا في عمليات بحث لا مادية مُعيّنة مشابهة لبحث صيد البيض.

لنحاول إعداد بحثٍ مُستحيلٍ لنرى إن كنّا نستطيع ذلك. باستعمال حَدْسنا بأنّ الفضاءات الضخمة تجعل البحث أصعب، دعنا نفكّر ببحث لا مادي مشابه لصيد البيض في فضاء ضخم يفوق التصوّر، ماذا عن فضاء الصور الرقمية المُمكنة؟

يُفترض أنّه فضاء كبير جدًّا. سنضطر لاستعمال كلمة صورة بلا تحفظ؛ لأنّ البكسلات (جمع بكسل؛ أي: الوحدة الصورية الحاسوبية) العشوائية التي تملأ معظم هذا الفراغ لا تشكل كلها ما نسمّيه صورًا بالعادة، وبأخذ ذلك بالاعتبار لنجعل فضاء البحث التام كالتالي: جميع الصور الممكنة بحجم ٣٠٠ في ٤٠٠ بكسل.

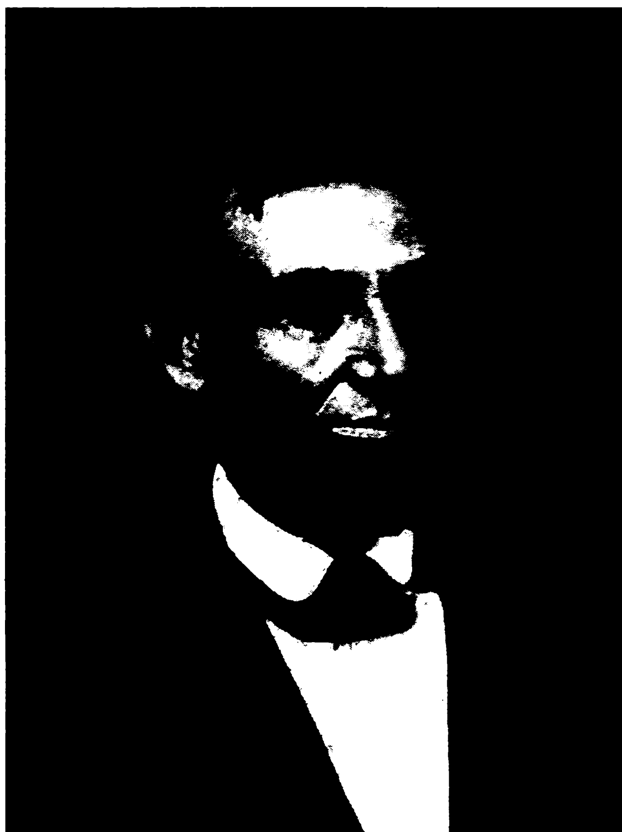
وبترك هدف البحث غير مُحدّد للحظة، فكّر برحابة فضاء البحث الشامل هذا. مثلًا كلّ صورة ملتقطة سابقًا، أو ستلتقط في أي وقت مستقبلًا أو بالأحرى يمكن أن تلتقط في أي وقت مستقبلًا ولها نسخة ذات حجم ملائم

في هذا الفضاء، فضلًا عن ذلك، وبالإضافة لجميع تلك الصور، يحتوي الفضاء على كلّ ما يمكن إدراكه كتمثيل تصويري من أيّ نوع ـ من مُخطّطات الدارات إلى أشكال ورق الجدران إلى قوائم شراء البقالة المكتوبة على عجل.

قد يوحي الوجود المضمون المؤكد لكل هذا المُحتوى أنّنا عثرنا على كنز رقمي دفين، ففي النهاية لدينا صندوق من المصادر (فضاء الصور) يضمّ الكثير من الأشياء القيّمة يصعب إحصاؤها، لم يشاهد معظمها من قبل. مثل أرشيف مسروق من المستقبل البعيد يضمّ هذا الصندوق لوحات لقادة العالم العظام ـ من الماضي والحاضر والمُستقبل ـ بالإضافة للقطات فوتوغرافية من الأحداث الهامة إخباريًّا من كلّ الأزمنة ومُخطّطات لأفضل الاختراعات في كلّ العصور ـ مفاجآت لا تحصى ولا تقدّر بثمن بانتظار أن يُصادفها أوّل المستكشفين الباحثين في هذا الفضاء الغني. يا له من كنز!

لكن قبل أن يغمرنا الحماس، علينا أن نذكّر أنفسنا أنّ هذا ليس صندوقًا اعتياديًّا، ففضاء الصور هذا ليس سوى مفهوم لتنظيم مفاهيم معيّنة أخرى، وهي الصور المُمكنة الكثيرة، وإن كان صحيحًا أنّ بعض هذه الاحتمالات تحقّقت في عالمنا المادي (الشكل ٨,٢ كمثال)، إلا أنّه من السهل بيان أنّ الغالبية الساحقة ليست كذلك، ولذلك فضاء الصور لدينا ليس ذا أساسٍ مادي.

يمكن إثبات ذلك بحساب بسيط لا يتعدى ضرب الاحتمالات المُكَونة ببعضها، حيث يكتسب كلّ بكسل درجة لونه بتعيين مُستويات (أو كثافات) الألوان الأساسية الثلاثة الخاصة بالشاشة الرقمية: الأحمر والأخضر والأزرق، وهذه المُستويات عبارة عن أرقام كاملة، تتراوح نمطيًّا من ٠ (يعني: دون إضافة ذلك اللون) إلى ٢٥٥ (يعني: إضافة كاملة لذلك اللون)، وذلك يؤدّي لـ٢٥٦ مُستوى مُمكنًا بالكامل، ولذلك يُحسب عدد التعيينات اللونية المُمكنة لبكسل واحد كحاصل ضرب احتمالات مستويات جميع الألوان الأساسية الثلاثة، ويُفضي ذلك لأكثر من ١٦ مليون لون (٢٥٦ × ٢٥٦ × ٢٥٦ = ١٦,٧٧٧,٢١٦).



شكل (٨,٢) تمثيل رقمي لأقدم لوحة رئاسية لأبراهام لينكولن (Abraham Lincoln)، معروضة بدقة ٣٠٠ بكسل (عرضًا) × ٤٠٠ بكسل (طولًا).

بما أنّ الصورة ليست سوى ترتيب للبكسلات الملوّنة، يمكننا عندها حساب العدد الدقيق للصور في فضائنا بضرب احتمالات الألوان تلك عبر كلّ الـ١٢٠,٠٠٠ بكسل (٣٠٠ × ٤٠٠ = ١٢٠,٠٠٠). بأخذ أوّل بكسلين فقط، يصبح لدينا ١٦,٧٧٧,٢١٦ × ١٦,٧٧٧,٢١٦ توليفة لونية، والتي تصل إلى مئات ترليونات التوليفات ـ وهو رقم هائل رغم بقاء ١١٩,٩٩٨ بكسل آخر يجب حسابها! يُضرب كلّ بكسل من تلك المجموعة الباقية الممكنة بعامل آخر بقيمة ١٦,٧٧٧,٢١٦، منتجًا في النهاية رقمًا ضخمًا للغاية لا يُصدق. حسبت هذا الرقم ببرنامجي الحاسوبي بجزء من الثانية، فكان رقمًا بحجم كتاب يحتاج ١٩٨ صفحة لطباعته!

للمُقارنة، يكفي سطر من ٨٠ رقمًا لكتابة عدد الذرات في الكون،

ويحتاج العدد الكلي من الأحداث المادية عبر تاريخ الكون لنصف سطر إضافي فقط[١]. لذا على الرغم من ضخامة وقِدَم الكون، إلا أنّه لا يقترب إطلاقًا من مقدار المادة الكافية لصنع هذا الفضاء الرقمي ولا يقترب وقته إطلاقًا من الزمن الكافي للحصول على تمثيل مادي لكلّ احتمالية في فضاء البحث هذا. لا يمكن تحقيق فضاء البحث إطلاقًا بهذا الأسلوب، ورغم ذلك لديه صفات حقيقية يُمكن تأكيدها بالتحليل، فهو يجمع بغرابة بين الغموض وإمكانية الحساب الدقيق لحجمه، فهو حقيقي وسريالي بآن واحد.

أرقام مذهلة الضخامة

من الهام التفريق بين الأرقام العظيمة جدًّا لدرجة عدم إمكان تمثيلها ماديًّا (لأنه لا يوجد أشياء مادية كافية تعادل هذا الرقم) والأرقام التي يمكن تمثيلها ماديًّا، وذلك من أجل ما نريد الوصول إليه، إذ أريد أن نميّز الاختلاف بطريقة سهلة.

نعتبر الأرقام كبيرةً في حياتنا اليومية عندما يصبح العدّ من الواحد إلى تلك الأرقام أمرًا مزعجًا؛ فالمسؤولة عن الأطفال في الرحلة الميدانية المدرسية تستطيع بسهولة عدّ بضع عشرات من الأطفال متذكرة العدد الكلي للأطفال، ولكنّ عدّ المئات سيتطلّب عملية أكثر دقة، لذا يمتد الخط الفاصل بين الأرقام المُريحة وغير المُريحة ـ بهذا المعنى العملي اليومي ـ بمكان قريب من المئة.

---

(١) أعني بذلك: الأحداث الفيزيائية نزولًا إلى مقياس التفاعلات الذرية، بينما الأحداث الفيزيائية الأكبر أقلّ وفرة إلى حدٍّ بعيد وتتألف عمومًا من تلك الأحداث بالمُستوى الذرّي، لذا فهذه طريقة سخيّة جدًّا لتقدير العدد الأعظمي للأحداث الفيزيائية والتي قد تنجز شيئًا مثيرًا للاهتمام. يبدأ التقدير بحقيقة أنّ سلسلة من السبب والنتيجة تتضمّن تفاعلات ذرية لا تستطيع التضاعف أسرع من سرعة الضوء، فالزمن المتاح للضوء للسير بمسافة ذريّة (أنجستروم angstrom واحد) يُعيّن الحد الأدنى في الفاصل الزمني المطلوب للحدث الفيزيائي على هذا المقياس. كان هنالك حوالي $١٠^{٣٦}$ من هذه الفواصل الزمنية للأحداث الفيزيائية في تاريخ الكون الممتد لـ١٤ بليون سنة. حُسب العدد الأقصى من الأحداث الفيزيائية على مرّ تاريخ الكون بضرب رقم الفواصل الزمنية للأحداث ($١٠^{٣٦}$) بعدد الذرات ($١٠^{٨٠}$) ناتجًا عنه الرقم ($١٠^{١١٦}$) وهو يملأ مُجرّد سطر ونصف في النص.

ما يُثير الاهتمام أنّ هذا الفهم الشائع «للضخامة» العددية سيفيدنا عندما نحاول استيعاب الأرقام التي تتحدّى التمثيل المادي، والتي سنسمّيها الأرقام الضخمة المذهلة. كقاعدة عامة، عندما يكون عدد الخانات المطلوبة لكتابة الرقم كبيرًا بحد ذاته؛ فالرقم التي تمثلها هذه الخانات هو ضخم مذهل، مما يعني: أنّ الأرقام التي يفوق طولها حوالي مئة خانة، تفوق التمثيل المادي أيضًا، أو تقريبًا كذلك، فعلى سبيل المثال، يعدّ عدد ألوان البكسل ـ ١٦,٧٧٧,٢١٦ ـ كبيرًا ولكن ليس ضخمًا جدًّا، بينما عدد الصور في فضاء البحث عدد ضخم مذهل.

وحتى فضاءات البحث الأصغر ضخمة مذهلة في الواقع؛ فالفضاء المكوّن من «صور» ضئيلة الحجم ٣ × ٥ بكسل مثلًا يتضمّن هذا العدد الهائل من الاحتمالات:

٢,٣٤٨,٥٤٢,٥٨٢,٧٧٣,٨٣٣,٢٢٧,٨٨٩,٤٨٠,٥٩٦,٧٨٩,٣٣٧,٠٢٧,٣٧٥,٦٨٢
٥٤٨,٩٠٨,٣١٩,٨٧٠,٧٠٧,٢٩٠,٩٧١,٥٣٢,٢٠٩,٠٢٥,١١٤,٦٠٨,٤٤٣,٤٦٣
٦٩٨,٩٩٨,٣٨٤,٧٦٨,٧٠٣,٠٣١,٩٣٤,٩٧٦[١].

فكّر بالضخامة المذهلة عندما ترى أرقامًا بهذا الطول المشابه أو أكبر، واعلم أنّ هذه الأرقام وراء حدود التمثيل المادي.

الباحث مقابل فضاء البحث

أصبحنا الآن جاهزين لوصفٍ تامٍّ لبحثنا المستحيل. يُمكننا التفكير بأيّ بحث على أنه منافسةٌ بين الباحث وفضاء البحث، حيث تكون الأهداف الأكبر أسهل نسبيًّا للباحث. لكني أرى أنّ فضاء البحث للصور ضخمٌ مذهل جدًّا لدرجة أنه حتى مع اختيار هدف ضخم مذهل، لا يزال الفضاء يفوز بالمنافسة. إذا كان هذا صحيحًا، فهو درس هام يجب أن نحمله معنا إلى

---

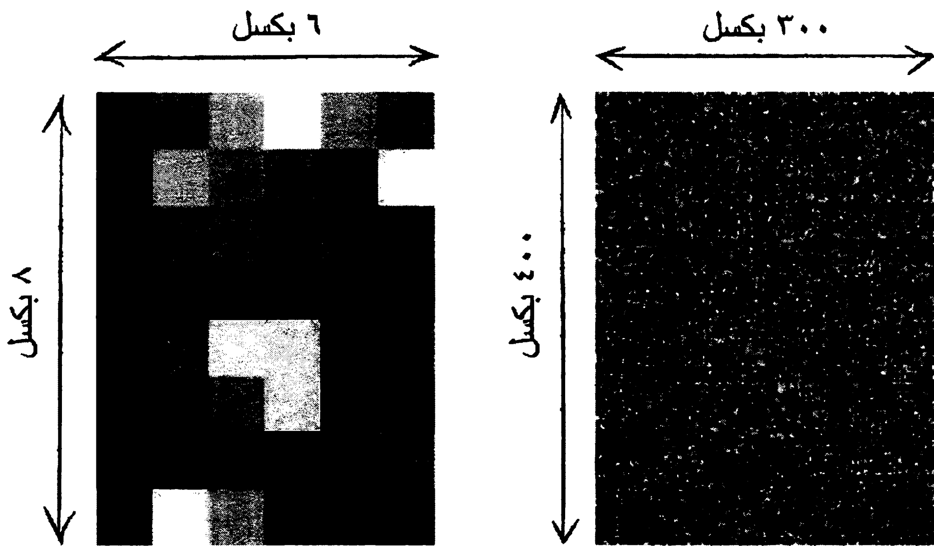
(١) يحوي فضاء بحث لبكسل واحد ١٦٧٧٧٢١٦ إمكانية من الألوان، وفي كلّ مرّة نزيد فيها فضاء البحث بقدر بكسل واحد يجب أن نضرب بـ١٦٧٧٧٢١٦. يحتوي مُستطيل بقياس ٣ بـ٥ بكسل على ١٥ بكسل، لذا نضرب الرقم ١٦٧٧٧٢١٦ الأول بـ١٦٧٧٧٢١٦ أربع عشر مرّة.

الفصل التالي، حيث سندرس إمكانية عمليات بحث لصيد البيض في ابتكار الأشياء.

يوضّح الشكل (٨,٣) إحدى الطرق لصنع هدف ضخم مذهل من أجل بحثنا المُستحيل، وحيلتنا هي استعمال البكسلات لتمثيل مَحارِف مصفوفة ـ نقطية (المحارف هي الحروف والأعداد والرموز). خمسون سطرًا، في كل سطر خمسون مَحرفًا، تملأ حجم صورتنا ٣٠٠ × ٤٠٠ بكسل، وتتحول الصورة إلى ما يُشبه شاشة هاتف صغيرة مكدّسة بالمَحارِف. لنسمّي أيّ صورة تملئها المَحارِف بهذا الأسلوب لقطة شاشة مصفوفية ـ نقطية، على سبيل التسمية فقط. سيتكوّن عندها هدف البحث من: جميع الصور التي تصور أيّ لقطة شاشة مصفوفية ـ نقطية.

نعلم أنّ عدد الصور الهدف سيكون بضخامة عدد توليفات المَحارِف المُمكنة، وهو عدد ضخم مذهل؛ بل يمكننا جعله أكبر بعدم اشتراط أن يكون المَحرَف بلون أسود على خلفية بيضاء. حيث وجدت بالتجربة أنّه لتصبح المحارف مقروءة يجب أن تكون مستوياتها اللونية (الأحمر والأخضر والأزرق) بالثلث الأدنى من المجال (أي: من ٠ إلى ٨٥) بينما يجب أن تكون مستويات بكسلات الخلفية بالثلث الأعلى (١٧٠ إلى ٢٥٥). وبالتالي عوضًا عن استعمال ألوان ثنائية البكسل (أسود أو أبيض) لتكوين محارف المصفوفة النقطية، يمكننا استعمال ما يفوق المليون.

فالمنافسة تبدو كالتالي: سيتحقق الباحث من أكبر عددٍ من الصور في فضاء البحث (جميع الصور ٣٠٠ × ٤٠٠ بكسل المُمكنة) قدر الإمكان ليرى إن كان أيًّا منها «يُصيب» هدف البحث بأن تكون لقطة شاشة مصفوفة ـ نقطية. لا يهمنا كيف يتمّ هذا، ما دامت العملية عمياء فعلًا؛ أي: أنّ اختيار الاحتمالات للتحقق منها لا يستفيد بأيّ شكلٍ كان من بصيرة تؤدي إلى تفضيل التخمينات الصحيحة. إن أردت تخيّل العملية، فكّر بخدمة شبكة إنترنت تسمح للباحث برفع عددٍ لا محدودٍ من الصور بأبعاد ٣٠٠ × ٤٠٠ بكسل مع استلام الباحث لبريد إلكتروني يُعلمه فورًا إن كانت إحدى الصور المرفوعة مُصيبة للهدف.



شكل (٨,٣) استعملت الألوان الفاتحة والغامقة (موضّحة بتدرّج رمادي) لتحويل صورة ٣٠٠ × ٤٠٠ بكسل إلى ما نسمّيه لقطة شاشة مصفوفية نقطية (٥٠ صفًّا من ٥٠ مَحرفًا). يشغل كلّ محرفٍ مستطيلًا ٦ × ٨ بكسل (اليسار). استعملت مجموعة من ٩٣ محرفًا (حروفًا كبيرة وصغيرة مع أعداد ورموز) بترتيب عشوائي لتكوين مثال للقطة شاشة مصفوفية رقمية على اليمين. [لاحظ أن المحرف هنا هو b ـ المترجم].

لكنّ هذه مجرّد طريقة واحدة لتصوّر البحث، فقد يبدو مختلفًا جدًّا. وتكمن الفكرة الرئيسية في أنّه بغض النظر عن شكل البحث فسيستهلك كلّ تخمين مصادر مادية. يجب استخدام أشياء مادية من أجل تكوين التخمين واختباره، ويتطلّب هذا تكريس قليل من المواد المادية على الأقل لتمثيل كلّ تخمين لمدة قصيرة من الزمن، ومهما كانت فعالية وشمول الأشياء التي تكوّن التخمينات وتختبرها، تصبح هذه الأشياء القليلة ضخمة عندما يصبح عدد التخمينات ضخمًا، حتى مع وفرة المواد المادية والزمن. لكنّ وفرتها ليست بلا نهاية، ولذا نصل إلى نقطة يكون فيها البحث مكلفًا جدًّا مما لا يسمح بإتمامه بسهولة مهما جرب الباحث من أساليب. في التحليل النهائي، تتلخص المنافسة بمُقارنة لـ (أ) عدد الصور التي يمكن تحقيقها ماديًّا (لذلك يمكن التحقق منها)، مع (ب) عدد الصور التي لا بد من التحقق منها للحصول على لقطة شاشة مصفوفية ـ نقطية من بينها بالصدفة.

نعلم أنّ (أ) لا يمكن أن يكون ضخمًا مذهلًا لأنّنا حدّدنا الضخامة المذهلة بأنها أكبر جدًّا مما يمكن تحقيقه؛ يعني: هذا وقوع الباحث في مأزق إذا كان (ب) ضخمًا مذهلًا. يمكننا باستعمال مبدأ التغطية وقاعدة من المنطق العام تقدير أن (ب) يستلزم عددًا هائلًا جدًّا (غازليون gazillion) من المُحاولات للحصول على نتيجة واحدة من العدد الهائل جدًّا (غازليون) عن طريق الصدفة. هذه الطريقة في تقدير (ب) جديرة بالتعريف بمُصطلحات مثال النقاط على الخريطة لأنّنا سنستعمل ذات الطريقة لنقرّر ما إذا كانت عمليات البحث التطوّرية ممكنة التحقيق. باستعمال «المقلوب reciprocal» بالمفهوم الرياضي، حيث يكون مقلوب m/n هو n/m، يكون لدينا:

مبدأ مقلوب المقياس

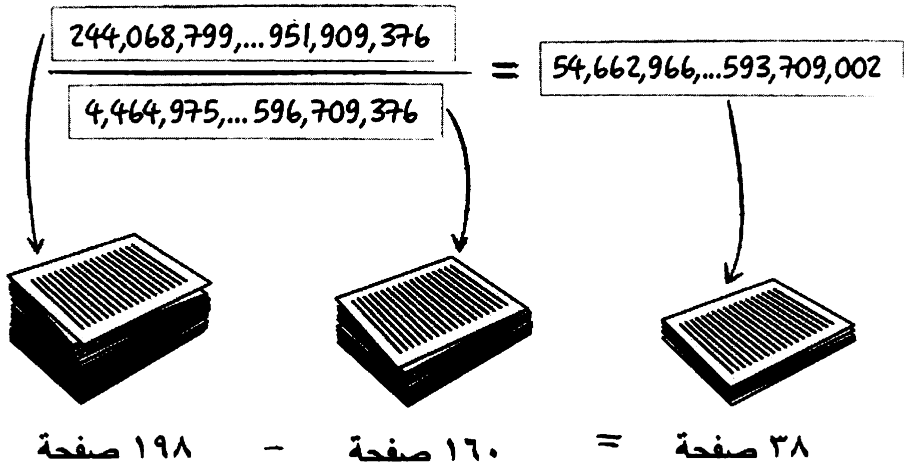
يُمكن تقدير عدد الدبابيس التي يجب إسقاطها على فضاء يحوي هدفًا معينًا يراد إصابته بصورة عمياء بمقلوب احتمال نجاح الإسقاط الأول، أو ـ بالتعويض ـ باستعمال مقلوب جزء فضاء البحث الذي يغطيه هذا الهدف.

وبترجمة ما ضرب من مثال الدبابيس على الخريطة؛ يعني: أنّ عدد الصور التي يجب أن يتحقق منها الباحث قبل توقع الحصول على لقطة شاشة مصفوفية نقطية من بين هذه الصور يُساوي حجم الفضاء مقسومًا على حجم الهدف:

$$\text{مقياس البحث} = \frac{\text{حجم الفضاء}}{\text{حجم الهدف}}$$

تضع هذه المعادلة الرقم المُروّع المؤلف من ١٩٨ صفحة في بسط الكسر، مما يعني: أنّ الباحث يمكن أن يأمل فقط أن نضع هدفًا كبيرًا بما يكفي لكيلا تكون الإجابة الناتجة ضخمة مذهلة.

عوضًا عن إرهاقك بمزيد من عمليات الضرب، سأقول فقط: إنّ العدد في المقام ـ عدد لقطات شاشة المصفوفة النقطية المُمكنة ـ هو أيضًا ضخم مذهل، ويملأ حوالي ١٦٠ صفحة. رغم ضخامة ذلك، لكنّه ليس ضخمًا كفاية ليكون في صالح الباحث. تكمن الحيلة المستخدمة لقياس حجم الإجابة في طرح الصفحات من بعضها كما في الشكل (٨,٤)، فنعلم أنّ الإجابة ـ عدد الصور التي يجب تحقيقها ـ هو رقم مؤلف من ٣٨ صفحة، ونعلم أنّه عدد ضخم مذهل. ولا طائل من كون هذا العدد أصغر بكثير ممّا كان يمكن أن يكون (إذا كان الهدف أصغر). فلا يُمكن أن ينجح الباحث الأعمى لأنّ النجاح يتطلّب التحقق من مزيد من الصور أكثر من استطاعة أيّ عملية مادية، والفائز في هذه المنافسة فضاء البحث قطعًا.



شكل (٨,٤) عُرِض تقسيم الأعداد الكاملة فائقة الضخامة (الأكبر مقسومًا على الأصغر) بشكل مُختصر في الأعلى، مع تصوّر الطول الكامل لكلّ عددٍ كامل برزمة من الأوراق المطبوعة أسفله، ومن أجل الأعداد التي ليست بطول الصفحة، يمكنك استعمال ذات الطريقة **بالسطور** عوضًا عن الأوراق. لاحظ أنّه ما من حاجة لإجراء تقسيم لقياس درجة النتيجة بهذه الطريقة.

يمكننا استعمال مثال بحث الكيونا لنشعر بمدى يأس الحالِ بالنسبة للباحث. نعلم من مبدأ مقلوب المقياس أنّ العدد المتوقّع لإسقاطات النقاط العمياء والمطلوب لإصابة هدف الكيونا هو مئة بليون بليون ويُكتب هذا العدد

كواحد متبوعًا بعشرين صفرًا. من أجل جولة من ن من الإصابات المتتالية لهدف الكيونا (إن أمكنك تخيّل شيءٌ كهذا)، يُتوقّع أنّ عدد الإسقاطات العمياء يتألف من عدد من ٢٠ ن خانة، حيث ن هو عدد الإصابات المتعاقبة. إنّ عدد إسقاطات النقاط العمياء المطلوب من أجل أربع إصابات لهدف الكيونا على التوالي، على سبيل المثال، سيتألف من عدد من ثمانين خانة، والذي سيملأ سطرًا كاملًا في النص دون أي فواصل.

لدينا الآن طريقتان لقياس صعوبة عمليات البحث الصعبة جدًّا، وكلاهما تستدلان بالعدد الهائل الذي نحصل عليه بتطبيق مبدأ مقلوب المقياس وخصيصًا عدد الخانات المطلوب لكتابة هذا العدد الهائل. حيث يدلّنا تقسيم عدد الخانات على عشرين على مدى صعوبة البحث من حيث إصابات الكيونا المتتالية. لذلك إن كان مبدأ مقلوب المقياس ينصّ على أنّ عدد الاحتمالات التي يحتاج الباحث للتحقق منها هو عدد من أربعين خانة، هذا يعني: أنّ البحث صعب بقدر صعوبة إسقاط النقاط على الخريطة بصورة عمياء لتصيب هدف الكيونا مرتين وراء بعضهما ـ وهو أمر مذهل الاستحالة إذا تصوّرت عملية بحث الكيونا. ثانيًا نعلم أنه إذا كان عدد الخانات أكبر من المئة، نحتاج لعددٍ ضخمٍ مدهش من الاحتمالات للتحقق منها، وهو أمر لا يُمكن القيام به.

عند ثمان وثلاثين صفحة، يمتلك فيها العدد الهائل من الصور التي يجب التحقق منها لإيجاد لقطة شاشة مصفوفة نقطية واحدة ما يفوق ١٦٠,٠٠٠ خانة. بتقسيم هذا العدد على ٢٠ نجد أنّ بحث الصور الأعمى لا يزال صعبًا كصعوبة إسقاط نقاط على الخريطة بصورة عمياء فتصيب هدف الكيونا ثمانية آلاف مرة على التوالي بمحض الحظ!

لن يحدث هذا أبدًا.

وفضاء البحث هو الفائز.

احتمالية المستحيل ماديًّا

يمكن أن يلجأ أيّ شخص ما يزال يؤيد الباحث إلى فكرتين، الأولى هي الأمل عندما يتعلق الأمر بالتطوّر أنّ عمليات البحث الأكثر أهمية سيثبت أنّها أكثر تفضيلًا من هذا البحث البسيط، وخاصة إذا كانت الأهداف المطلوبة الفعلية تغطي نسبة أعلى من الفضاءات الخاصة بها بصورة جوهرية مقارنة بالمثال البسيط الحالي، وربّما لن يكون مقلوب المقياس عقبة لا تقهر في نهاية الأمر. بالتأكيد لا بد من إيلاء هذه المسألة دراسة معمقة قبل التوصّل لأيّ استنتاجات نهائية بخصوص عمليات البحث التطوّرية، وهي مهمة سنتناولها في الفصل التالي.

يكمن الملجأ الثاني في فكرة أنّ كلمة مُستحيل يجب الاحتفاظ بها للحالات التي يكون فيها احتمال النجاح صفرًا تامًّا. وهذا ليس صحيحًا في مثالنا باعتراف الجميع؛ بل إنّ احتمال الحصول على لقطة شاشة مصفوفية نقطية بالصدفة بمحاولة واحدة يُوصف كصفر متبوعًا بفاصلة عشرية ثم سطر طويل جدًّا من الأصفار ـ يملأ سبعًا وثلاثين صفحة ويصل إلى الصفحة ثمانية وثلاثين قبل أن يظهر أوّل عدد غير الصفر. يمكن زيادة هذه الاحتمالية بالسماح بمزيد من المُحاولات، لكنّ بيت القصيد هو أنّ تلك المُحاولات لا يُمكن مُضاعفتها إلا ضمن حدود مادية قاسية، وحتّى في أكثر الافتراضات تفاؤلًا، لا يستطيع كوننا ـ بضخامته وقدمه ـ حشد ما يكفي من التكرارات لمحو أكثر من حوالي مئة من تلك الأصفار!

تذكّر أنّ اهتمامنا هنا عملي أكثر من كونه حسابي، فطلاب الرياضيات يعلمون بالتأكيد الفرق المفاهيمي بين الأجزاء متناهية الصغر والصفر، ولكن لنقرّر ما إذا كان النجاح مُمكنًا بما يكفي ليؤدي لمقتضيات حقيقية يجب وضع فرقٍ عملي وليس مفاهيمي. بأخذ ذلك بالاعتبار من الواضح أنّ بعض تحدّيات البحث تقف في صف فضاء البحث مقابل الباحث الأعمى بصورة ساحقة مما يستدعي اعتبارها مُستحيلة حقًّا، وبعبارة أكثر دقة، يجب اعتبار

النجاح في هذه الحالات استحالة مادية لتمييزها عن الاستحالة المفاهيمية[1] نحن أحرار بسرد قصصٍ تتغلب على مثل هذه الاحتمالات، ولكن نرى الآن بوضوح كبير لماذا تنتمي القصص من هذا النوع لقسم القصص الخيالية ـ حيث وضعنا قصة حساء الوحي.

لم نقرر بعد في الوقت الراهن إذا كان تفسير داروين للحياة ينتمي لذلك القسم أيضًا، ولكن إذا سقطت أحجار الدومينو؛ فستسقط نظريّته معها. التكرار هو أوّل تلك الأحجار التي ستسقط، وسيثبت أنّها قاصرة عن تفسير المُصادفات الفريدة المطلوبة لتكون الحياة عبارة عن صدفة. قد يحدث ذلك، كما قد شاهدنا، فحجر الدومينو هذا يهتز بقوة.

(١) البعض يسميها: المستحيل الفني أو التجريبي مقابل المستحيل المنطقي. (المترجم).

الفصل التاسع

فن محاولة الفهم

من أجل حل التعارض بين حدسنا بالتصميم والقصة التطورية، بدأنا نبحث لنفهم فأصبح هذا البحث أشبه بصعود طريق جبلي. بدأنا عند مستوى البحر بفكرة مألوفة جدًّا لدرجة أن لها نفس شعور الحقيقة الواضحة، وكانت هذه الفكرة حدس التصميم الشامل. ثم بدأنا بالصعود ببطء لفترة، وتريثنا قليلًا لإدراك بشرية العلم قبل البدء بالتسلق. بالمتابعة صعودًا، وجدنا أنفسنا في النهاية في الهواء المتخلخل في القمة، حيث صادفنا موضوعات قد تبدو غريبةً جدًّا. لكن الرحلة ستكون أسهل من الآن فصاعدًا لأننا وصلنا إلى القمة. وبقي أن نرى شيئًا أو اثنين عند هذا الارتفاع قبل أن نبدأ بالنزول إلى مستوى الأرض المنبسطة، حيث سنمر مرة أخرى في طريقنا على الأماكن التي رأيناها سابقًا.

في طريقنا للقمة، قدتكم في رحلة استكشافية للموضوع العام عن عمليات البحث العمياء. رغم ما يبدو من صعوبة الموضوع، ستثبت أهميته لحل الخلاف بين القصة التطورية وحدسنا التصميمي. فالعملية التطورية في حقيقتها كما يصفها البيولوجيون ليست إلا مجموعة كبيرة من عمليات البحث العمياء المستمرة - عملية بحث لكل نوع في الوجود، ولا خلاف في ذلك. وأعني بعمياء أنها دون بصيرة أو فهم، كما عنى التطوري ريتشارد داوكنز في دفاعه المشهور جدًّا عن الداروينية، صانع الساعات الأعمى[1] ولا أعني

(١) Richard Dawkins, The Blind Watchmaker: Why the Evidence of Evolution Reveals a Universe Without Design (London: Longman, 1986).

بكلمة بحث أي شيءٍ غير متسق مع العمى الكلي. الفكرة ليست أن أي نوع يهدف ليكتسب سمات جديدة بل أن كل الأنواع تكتسب سمات جديدة، حسب ما يفترضون، عبر عملية طويلة من التجوال الجيني بلا هدف بشكل مشابه لتجوال الروبوت الباحث عن الضجة في الفصل السابع. لذا من الصحيح القول: إن أي سمات بيولوجية بارزة مكتسبة وجدت بهذه الطريقة دون تأثير مقصود، كما تجد كلاب الصيد الثعلب أو كما يجد المحقق المجرمين؛ بل بالمسار المعتاد للطبيعة، كما يجد النهر المحيط أو كما تجد الصاعقة طريقها للأرض حين تضرب.

الرأي المخالف هو أن ما يبدو ثمرة للذكاء هو دائمًا ثمرة للذكاء. ويوافق ذلك حدس التصميم الشامل، وكل شيء في خبرتنا اليومية يؤكد هذا الرأي. الاختراعات أمور ذكية، والأمور الذكية لا تحصل إلا بالذكاء. يبحث المخترعون أحيانًا عن طرق جديدة لفعل الأشياء، لكنهم لا يبحثون أبدًا بشكل أعمى. فالابتكار بالنهاية يرتكز حول تشغيل العقول بحيث ترى الأمور بوضوح لأول مرة، ولا يشبه أبدًا تلمس الطريق غير الهادف في الظلام الذي يميز البحث الأعمى.

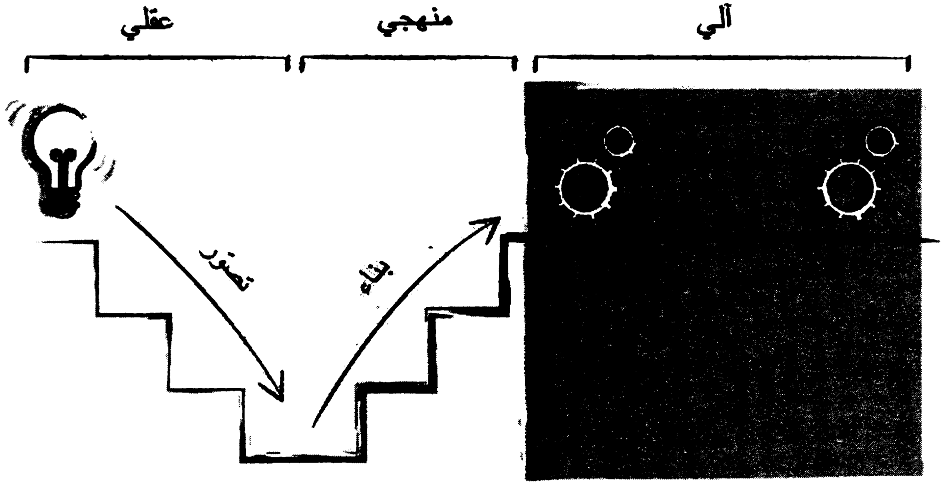
كيف يخترع البشر

دون افتراض أن كل الاختراعات يجب أن تتبع طريقة ابتكار البشر، سيفيدنا التفكير في كيفية الاختراع.

أدرك أن معظمنا لا يرى نفسه مخترعًا أكثر مما يرى نفسه عالمًا، لكن يعود ذلك إلى أننا نقلل من أهمية ما نفعله في الأمور الروتينية. عندما نصل إلى لب ماهية الاختراع فعليًّا، سنرى أن الاختراع جزء أساسي من الكائن البشري.

للوصول إلى ذلك، سأحلل عملية الاختراع البشري إلى ثلاثة مراحل مبينة في الشكل (٩,١)، المرحلة الأولى هي المرحلة **العقلية**، وهي عندما تتطور الفكرة البدائية للاختراع إلى خطة مفصلة جاهزة للتنفيذ. ويجب تحليل

الفكرة العليا الكبيرة دائمًا إلى أفكار ذهنية أصغر، والتي يمكن أيضًا تحليلها بشكل إضافي قبل أن يبدأ الإنجاز. تشير الدرجات الهابطة للمرحلة الأولى في الشكل (٩,١) إلى هذا التقدم من المفهوم ذي المستوى الأعلى إلى التفاصيل الأساسية.



الشكل (٩,١) المراحل الثلاث التي يتبعها الاختراع البشري. يشير التظليل إلى الانتقال من نشاط عقلي صرف (غير مظلل) إلى نشاط مادي صرف (التظليل الغامق). إن المرحلة العقلية والمنهجية غير مقسومة بشكل كامل كما يشير هذا الرسم التوضيحي، لكن هناك تقدم واقعي من النشاط العقلي الصرف الممثل بالتصور إلى النشاطات المادية الصرفة من بناء واختبار.

المرحلة الثانية هي حيث تستعمل الخطة المتصورة الناتجة لبناء شيء مادي. العمل العقلي في هذه المرحلة متوجه إلى الناحية العملية أكثر مما كان في المرحلة الأولى. حيث تتطبق الخطة التي كانت متصورة في الذهن فقط على المواد الفعلية، وهي تتطلب فهمًا فكريًا للخطة وقدرة على حل كل المشاكل التفصيلية التي تنشأ عند إنجاز الخطط المعقدة لأول مرة. أصف هذه المرحلة بالمرحلة **المنهجية**، للإشارة إلى أنها تتطلب فعلًا واعيًا هادفًا وأن هذا الفعل يجب أن يأخذ بعين الاعتبار بعناية خصائص المواد والأشياء المادية المستعملة. نلاحظ أن عدد الدرجات الصاعدة في هذه المرحلة نفس عدد الدرجات النازلة في المرحلة الأولى. كانت المرحلة الأولى هي تشكيل

فكرة بأسلوب ينطلق من الأعلى إلى الأدنى، والانتقال من فكرة ذات مستوى أعلى إلى التفاصيل ذات المستوى الأدنى المطلوبة لتنفيذها، أما فكرة المرحلة الثانية فهي تشكيل جهاز مادي بأسلوب ينطلق من الأدنى إلى الأعلى؛ أي: الانتقال من المواد والمعدات الخام المتوفرة لعمل نموذج أولي.

إذا سارت الأمور على ما يرام، ستكون الفكرة النهائية واضحة لكل الأشخاص في المرحلة الثالثة وهم يشاهدون الجهاز المنتهي يقوم بما صمم للقيام به. وهو بالضبط ما استنتجناه لروبوت تنظيف بركة السباحة في الفصل السادس. يدرك كل شخص يشاهد عمل هذا الجهاز أنه ينظف بركة، وهو ما يحفزه مباشرة على إدراك أنه معدٌّ بوعي من أجل تنظيف البرك. فنستنتج من مشاهدتنا للنشاط المادي مباشرة أن عملًا واعيًا سابقًا أنتج هذا النوع الخاص من العمل المادي الذي نشهده، أي عمل كليٍّ نشط. عند مشاهدة عمل الابتكار نستنتج أنه بني وفقًا لخطة متصورة.

سيساعدنا مثال في ترسيخ هذه الأفكار.

هيوستن، لدينا مشكلة

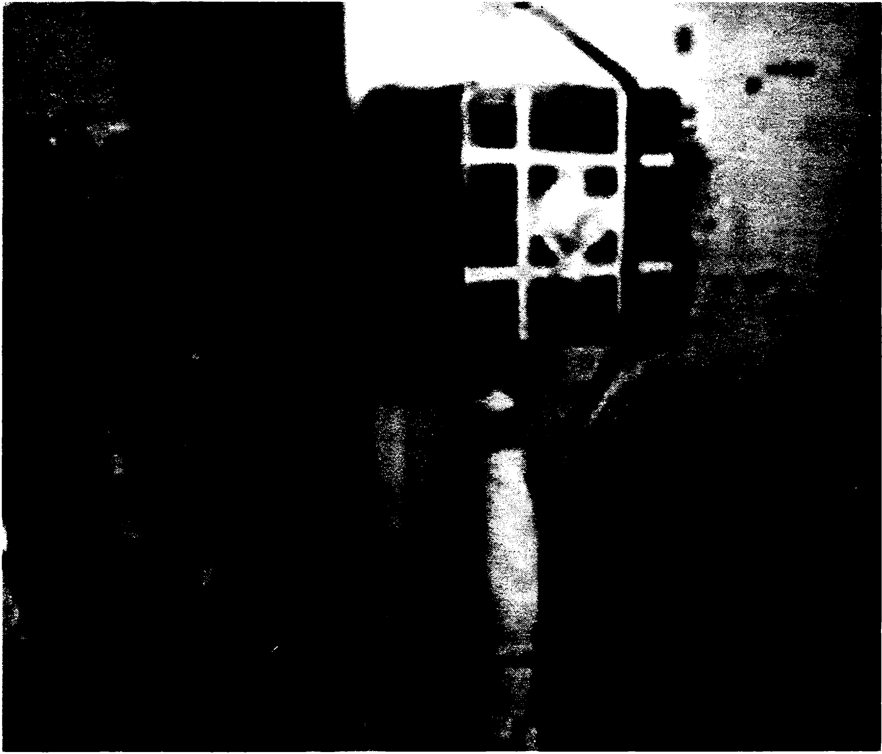
في أبريل ١٩٧٠م، أرسلت ناسا في المهمة أبولو ١٣ ثلاثة رجال (جيم لوفيل، وجاك سواجرت، وفريد هيز) إلى الفضاء من أجل الهبوط على القمر. في اليوم الثالث من رحلتهم، سارت الأمور على نحو خاطئ، فانفجر خزان الأوكسجين، مؤديًا إلى ضررٍ كبيرٍ للمركبة الفضائية وأجبر مركز التحكم بالمهمة في هيوستن إلى إعادة تخطيط بقية المهمة إلى هدف جديد: إرجاع الطاقم بأمان إلى الأرض. ورغم البداية المتداعية، ستحقق أبولو ١٣ نجاحًا مدويًّا فيما يتعلق بهذا الهدف الجديد.

كان هناك العديد من التحديات الكبيرة التي يجب التغلب عليها في الأيام الممتدة بين الانفجار وبين الهبوط في المحيط الهادئ الجنوبي، وكانت أحدها منع تراكم ثاني أوكسيد الكربون المميت في قسم المركبة الفضائية الذي يوجد فيه رواد الفضاء أحياء، والذي يسمى الوحدة القمرية. كانت خراطيش

منظف الغازات موجودة على المركبة من أجل هذا الهدف، لكن الخراطيش المتوفرة لرواد الفضاء كانت بشكل صندوق، معدة للاستعمال في وحدة القيادة، في حين صممت الوحدة القمرية لاستعمال خراطيش اسطوانية. مع تعرض حياة الطاقم للخطر، كان على المهندسين على الأرض أن يأتوا بطريقة لجعل الخراطيش صندوقية الشكل تعمل مع نظام مصمم ليستعمل خراطيش أسطوانية. سمي حلهم المشهور لهذا التحدي «بصندوق البريد» (الشكل ٩,٢).

مثل كل الاختراعات، كان لصندوق بريد أبولو ١٣ أصله في الذهن. أولًا أتت الفكرة المحفزة، والتي كانت إدراك أن CO_2 الذي يزفره رواد الفضاء سيصبح مميتًا إذا لم تتم إزالته، ثم أتى تحليل للحالة فقُدم المسار الأكثر أملًا في حل المشكلة. فقبل استعمال الأشياء المادية، استعملت الأفكار وحسنت بهدف التفكر في جميع التفاصيل المطلوبة لنجاح الفكرة الكبيرة. وهي المرحلة الأولى في الشكل (٩,١) المرحلة الذهنية.

في أول هذه العملية، بدأ المهندسون على الأرض بالتقدم إلى المرحلة الثانية للشكل (٩,١) المرحلة المنهجية للبناء. أقول بدأوا لأن المرحلة الذهنية والمنهجية من الاختراع تتداخل عادةً. فمن الضروري في أغلب الحالات اختبار الأفكار بتجريبها، ويتم تحسين الأفكار دائمًا في هذه العملية. لكن رغم أهمية التجريب، تتطلب الحالة العاجلة لورطة الفضائيين نتيجة سريعة. ففي الفضاء يعتمد كل شيء على المرحلة النهائية من الاختراع: المرحلة التي يجب أن يثبت صندوق البريد فيها جدارته بالعمل. لذا احتاج رواد الفضاء إلى اجتياز كل الأفكار المبدئية والتجريب الذي كان زملائهم يجرونه على الأرض وبعد اجتياز ناجح واحد للمرحلة المنهجية من البناء، انتقلوا فورًا إلى المرحلة النهائية.



الشكل (٩,٢) «صندوق بريد» أبولو ١٣، نرى في قمة هذه الصورة من ناسا، الاختراع المركب مؤقتًا لإزالة ثاني أكسيد الكربون CO_2 من الوحدة القمرية، والذي كان سيهلك رواد الفضاء دونه.

يتطلب إنجاز ذلك ابتكارًا من نوع آخر: ترتيب ذكي للكلمات يدعى تعليمات.

اللغة، الوسيط الأعظم للابتكار

من المثير للاهتمام، أن أهمية حسن صياغة الكلمات لم تغب عن ذهن مهندسي ناسا، كما يتضح من هذه المقتبسات من النسخة الصوتية من أبولو ١٣ إلى الأرض:

٠٣ ٠٨ ٢٢ ١٣/ مركز التحكم بالمهمة:

نعم. نأمل لو كنا نستطيع إرسال صندوق عدة؛ كالذي يستخدم لتركيب نموذج طائرة أو ما شابه. كما يتضح، هذه الأداة الغريبة ستبدو مثل صندوق بريد عند تركيبها.

٠٣ ١٠ ٥٢ ٥١/التحكم بالمهمة:

كما تعرفون، وجدنا طريقة لاستعمال هذه [الخراطيش]. وبمجرد أن نكتبها بكلمات واضحة، سنعطيها لكم فورًا. فقد تستطيعون صنع واحدة.

٠٣ ١١ ٥١ ٥٨/التحكم بالمهمة:

لقد جمعنا الكلمات سوية لكي يسهل عليكم بناء واحدة من هذه الأشياء، ويبدو أنها تحتاج غالبًا شخصين، لذا أعتقد أنه يجب علينا التخطيط للقيام بها لاحقًا.

٠٣ ١٨ ٠٨ ٤٣/التحكم بالمهمة:

حسنًا، جيم. الطريقة التي أعتقد أنها الأفضل للقيام بها أن تقوموا بجمع المعدات وسنتحدث أثناء قيامكم بهذا الإجراء. الآن، ربما يمكنك أن تعطي جاك السماعات وـ وـ تجمع المعدات سوية، وسنتحدث إليكم لنرشدكم خلال العملية. أعتقد أنه سيكون من الأسهل القيام بذلك بهذه الطريقة من أن تحاول أن تكتبها كلها ثم تبدأ بها[١]

التعليمات المنطوقة التي تبعث هذه التوصية تملأ صفحات عديدة من النسخة المكتوبة، مما يدل على أن هذه من الحالات التي تعد فيها التفاصيل مهمة.

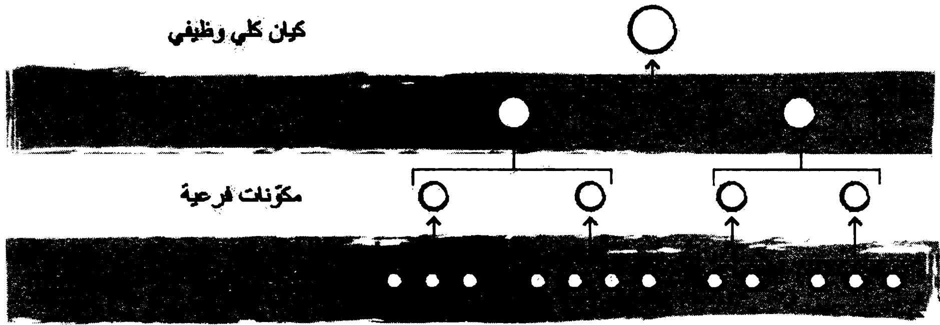
بالنظر إلى مدى اختلاف أصناف الكلمات للأغراض المختلفة التي طُلب من جيم لوفيل أن يجمعها ـ الخراطيش منظفة الغازات، شريط لاصق، أكياس بلاستيكية، ورق مقوى ـ من اللافت للنظر أن نفس مبادئ الابتكار منطبقة على هذه الأصناف. سواء أكنا نبتكر تعليمات أو جهازًا آليًا من نوع ما، نبدأ دائمًا بالتصور، وتسير عملية التصور دائمًا من مفهوم كامل ـ الفكرة الكبيرة ـ بالنزول إلى التفاصيل ذات المستوى الأدنى التي لا بد أن تحل هذه الفكرة ليتم

(١) NASA, *Apollo 13 Technical Air-to-Ground Voice Transcription)* Houston: Manned Spacecraft Center, April 1970), www.hq.nasa.gov/alsj/a13/AS13_TEC.PDF.

إنجازها. ومهما كان تقطع الانتقال من المفهوم إلى التنفيذ ـ مهما كان عدد المهمات والمحاولات المطلوبة ـ سننتهي بشيء مادي تكشف بنيته الهرمية المحددة عمليتنا المتصورة. أي: أن أي شخص يمكنه أن يرى كيفية تفكيرنا بهذه المشكلة بفحص البنية الهرمية للاختراع الذي أتينا بحل له؛ بل إن هذه البنية بالذات هي ما يجعل الاختراع يعمل.

وفي هذا السياق لا بد أن أقول أيضًا: إن معظم الاختراعات الأنيقة تنجز وظائفها ذات المستوى الأعلى بشكل مذهل جدًّا بحيث تسير وظائفها ذات المستوى الأدنى بشكل خفي. عندما فازت لاعبة التنس في مباراتها في الفصل السادس، كان الحديث حول مهارتها في اللعب، وليس حول مدى جودة إنجاز رئتيها أو قلبها. لكن واقع عدم اضطرار أحد للتفكير بتنفسها أو دوران دمها يثبت مدى براعة **إنجاز** هذه الوظائف الفيزيولوجية الضرورية، فقد ساهمت في لعب التنس الممتاز بشكل جيدٍ جدًّا لدرجة أنها كانت خفية عمليًّا.

فما يمكن الاختراعات من الإنجاز بسلاسة هي خاصية ندعوها **بالترابط الوظيفي** (**functional coherence**). وهي ليست أكثر من انتظام كامل لوظائف من المستوى الأدنى لدعم الوظيفة ذات المستوى الأعلى منها. يوضح الشكل (٩,٣) هذا الأمر تخطيطيًّا لاختراع افتراضي مبني من مكونين رئيسيين، كلاهما يمكن تحليله إلى مكونين ثانويين، وكل منهما بدورهما يمكن تحليلهما إلى مكونات أولية. تجمع الأقواس الأفقية الأجزاء عند مستوى معين والتي تشكل شيئًا أكبر في المستوى التالي (الأعلى بدرجة)، حيث تشير الأسهم الصاعدة إلى هذه العلاقات التركيبية.



الشكل (٩,٣) البنية الهرمية لاختراع، يظهر الترابط الوظيفي الذي يميز العلاقات بين الأجزاء. يشار إلى الأجزاء عند المستويات المتوسطة في هذا المخطط (بين العناصر الأولية والجملة الوظيفية الكاملة) بالمكونات. يتعلق عدد المستويات المتوسطة والمكونات على الاختراع وأيضًا لدرجة ما على الطريقة التي نختار أن نخطط بها أجزاءها الأساسية. الحقيقة الثابتة هي أن العديد من الأجزاء يجب أن تنجز وظائفها الصغيرة وفق طريقة هرمية محددة من أجل أن ينجز الاختراع الكامل وظيفته الكبيرة.

نلاحظ أن كل جزء يعمل بمستواه الخاص بطريقة تدعم الوظيفة العليا. هذه الوحدة الكاملة للوظيفة هي ما نعنيه بالترابط الوظيفي.

الترابط الوظيفي

الترتيب الهرمي للأجزاء الضرورية لينتج أي شيء وظيفة عليا ـ يساهم كل جزء في الكيان الكلي بطريقة منسقة.

رغم ما تبدو عليه هذه الفكرة من تجرد، إلا أنها ذات مقتضيات مألوفة ومتينة، وستظهر كلها عندما ندرس كيف تعمل التعليمات. سنستمر باستعمال تعليمات صندوق بريد أبولو ١٣ كمثال، لكن بدلًا من الاهتمام بكيفية إزالة CO_2 من الهواء، سنركز على كيفية نقل الأفكار باللغة. سواء أكنا نفحص تواصلًا مكتوبًا أو محكيًّا، وسواء اخترنا الإنجليزية أو الصينية أو المدغشقرية، كل الأجزاء الأساسية من التواصل لها النمط المميز من الترابط الوظيفي الممثل في الشكل (٩,٣). تستعمل اللغات الأبجدية المكتوبة مثلًا الأحرف كلبنات بناء في المستوى الأسفل. ترتب هذه الأحرف وفقًا لاصطلاح لفظها لتشكيل كلمات أعلى بمستوى واحد. للوصول إلى المستوى الأعلى التالي، تختار الكلمات لغرض التعبير عن فكرة وترتب وفقًا للاصطلاحات القواعدية لبنية الجملة وبترتيب ينقل الفكرة بوضوح.

تعتمد إمكانية الارتقاء بالمستوى على الغرض. إذا كان الغرض فكرة بسيطة واحدة، تكفي جملة واحدة. أما إذا كان نقل القراء عبر عملية فكرية مطولة، فيلزم العديد من الجمل، تُصاغ كل منها بدقة لتعبر عن فكرتها الخاصة بها بطريقة مرتبطة مع الأفكار السابقة لها وممهدة الطريق للأفكار التالية.

الفهم من خلال الحروف

إن غرض غرفة التحكم بالمهمة من تمكين رواد الفضاء في أبولو ١٣ على بناء جهاز لإزالة CO_2 يستدعي العديد من جمل التعليمات، والتي تستدعي بدورها معرفة ليس فقط في كيفية بناء الجهاز بل أيضًا في كيفية وضع هذه المعرفة في «صيغة ملائمة». وفقًا لحدسنا بالتصميم، لا يمكن أن تأتي مثل هذه التعليمات إلا من شخص لديه إدراك ذهني للإجراء المنقول وإدراك للغة التي ينقله بها.

نبدأ الآن برؤية سبب صحة هذا الحدس. وللوصول باستنتاجنا إلى ذلك دعنا نفترض سيناريو نظري، ولنفترض بأنه بدلًا من استقبال تعليمات منطوقة من زملائهم في هيوستن، كان على رواد الفضاء التعامل مع تعليمات مكتوبة، ولنفترض أن هذه التعليمات المكتوبة أتت من مصدر غير مدرك لمأزق رواد الفضاء، ولا فكرة لديه كيف يمكن معالجة هذا المأزق، ولا يفهم اللغة. تصور أن تقع مسؤولية كتابة هذه التعليمات بالغة الأهمية على عاتق يدي قرد - ربما قرد متقاعد من القرود التي كانت ترسل إلى الفضاء في السابق. وهذا القرد مزود بآلة كاتبة دون شيء آخر، فرصة هذا القرد نادرة بوضوح لإنتاج أي شيء يشبه تعليمات كافية.

الأمر واضح حتى الآن. لكن الأكثر إثارة إن كان هنالك **أي** عملية بحث عمياء - سواء أتستعمل قرودًا أو حواسيب خارقة - وسواء أعملت لمدة أيام أو عصورًا مديدة، وسواء اقتصر عملها على مركبة الفضاء أو توزعت في أنحاء الكواكب في بليون مجرة - يمكن أن تنتج تسلسلات كافية من الحروف الأبجدية بحيث تكون إحداها مجموعة فعالة من التعليمات لبناء صندوق بريد أبولو ١٣. لمساعدتنا في الإجابة عن هذا السؤال، حولت التعليمات المحكية الأصلية إلى شكل مكتوب مختصر يملأ نصف صفحة ويبلغ اثنين وثلاثين سطرًا. رغم أن هذا القدر ليس نصًا كبيرًا، نعرف من الفصل الثامن أن الفضاء

الموافق من الاحتمالات الخام ـ العدد الكلي من الطرق الممكنة لملء اثنين وثلاثين سطرًا ـ كبير جدًّا إلى درجة استحالة تحقيقها كلها ماديًّا. السؤال إن أمكن أن يكون عدد الطرق البديلة للوصول إلى كلمات التعليمات كبيرًا بما يكفي لكي تقدر عملية بحث عمياء على هزيمة فضاء البحث الهائل هذا. ولم يتحقق هذا في حالة المنافسة بين الباحث والفضاء التي فحصناها في نهاية الفصل السابق، ولكننا أتبعنا تلك النتيجة بفكرة أنه الأهداف الأكثر صلة قد تغطي مساحاتها لتنجح عملية البحث العمياء.

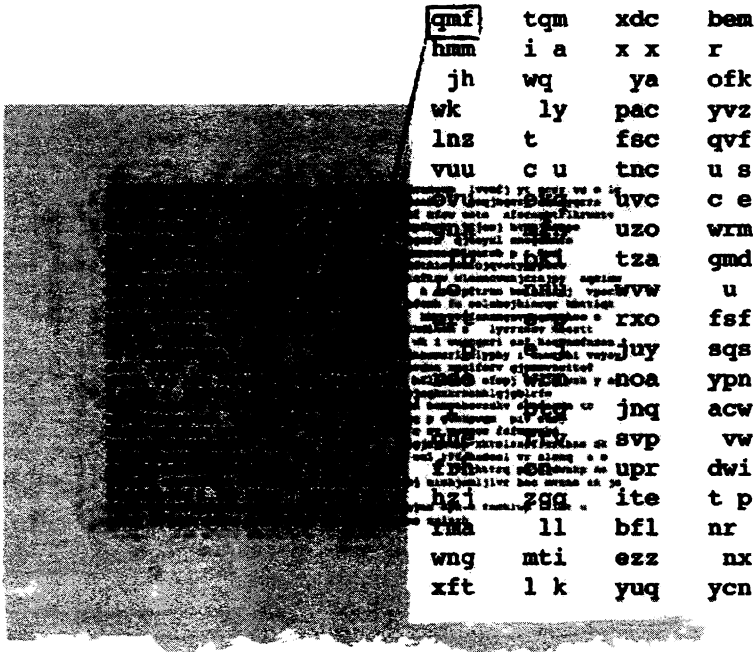
بالتأكيد أي شيء يمكن نقله بالكلمات يمكن نقله بعدة طرق. إلا أنه بالنسبة لعدد الطرق فإني لا أعلم طريقة لعدّها. من حسن الحظ أنه يمكننا تقييم هذا البحث بمنهج مختلف. بدلًا من محاولة عدّ التعابير البديلة لتعليمات صندوق البريد، سنسأل ببساطة عن مدى ندرة الترابط الوظيفي الذي تتطلبه كل التعليمات المكتوبة. بدءًا من المستوى الأدنى، حيث تربط الحروف سويةً لصنع الكلمات، السؤال الأول هو: ما مدى ندرة تركيبات الحروف المستعملة في الكتابة مقارنة بتركيبات الحروف الممكنة؟

للإجابة عن هذا السؤال، تصور صفحتين مطبوعتين، الأولى نصف مليئة بالكتابة الذكية والثانية ملء نصفها بالطباعة العشوائية. غطيت كلا الصفحتين بصحف سوداء فيها عدة ثقوب مستطيلة صغيرة، حيث إن كل ثقب بحجم يكفي لعرض ثلاثة أحرف متتالية. هل ما نراه عبر هذه الثقوب يكشف أيًّا من الصفحتين هي الصفحة العشوائية؟ إذا كان الجواب نعم، فإن الترابط قابل للإدراك حتى في قطع نصية أصغر من طول الكلمة المتوسطة.

يبين الشكل (٩,٤) أمثلة عما قد نراه. عند فحص أربعة أعمدة من الحروف مكشوفة في الصحيفة العليا، لا ترى أمثلة تبدو ما تصورنا مجيئه من كتابة غير ذكية. فتركيبات مثل «ngt» و«rtr» (كلاهما في العمود الأول) يمكن أن توقفنا للحظة، لكن يمكن بسهولة الاعتقاد أنها أتت من كلمات إنجليزية حتى لو وجدنا صعوبة في تذكر أي أمثلة في ذهننا (للفضوليين، أتت من كلمتي length وcartridge على التوالي). أما الصفحة السفلى، فعلى العكس تظهر العديد من التراكيب غير المعقولة بوضوح، مثل «qmf»، «xdc»، «hzj»،

«wrm»، «wvw». كما نرى أيضًا، في هذه الصفحة السفلى رجحان تراكيب حرفية ليست غير معقولة بشكل حاسم، إلا أنها غريبة. فالتسلسل «ftv» مثلًا يبدو كما لو أنه يمكن أن يوجد في كلمة مركبة مثل softball، لكنه لا يوجد في برنامج القاموس الذي أستعمله ويحوي ٩٣,٠٠٠ كلمة. فيبدو أن بإمكاننا ملاحظة التشوش وعدم ترابط الكتابة العشوائية حتى في مستوى الأجزاء الصغيرة لسلسلة النقر على المفاتيح، وذاك متى ما توافر لنا عدد من تلك الأجزاء للنظر فيها، والشكل (٩,٣) يساعدنا في فهم هذا الأمر. في هذه الحالة فالعناصر الأولية موجودة في المستوى الأدنى وهي تمثل الحروف الأبجدية الستة والعشرين بالإضافة إلى الفراغ الذي يفصل الأحرف المتراصة إلى كلمات. ندرك أن تراكيب حرفية مثل «hzj» غير مترابطة لأن معرفتنا باللغة الإنجليزية تقول إنها لا يمكن أن تكون جزءًا من أي كلمة إنجليزية. في مصطلحات الشكل (٩,٣)، لا يمكن أن توضع هذه التوليفات تحت قوس أفقي في المستوى الأدنى لأنها لا تستطيع تشكيل كلمة في المستوى الأعلى التالي.

of fo d b g a
ge s h e f uts
ti ise of in
co ros tic tap
ure t a s t ts
par par th ti
ngt pr an w c
of ap gai cu
nch tal le e c
res fo sid e f
off str m f g i
tap e c of sho
dis rk the y c
sh e i he se
ri the th bag
out re ho und
g a ins n t ose
pre the bo t t
cut sti of an
en ght ca ou



الشكل (٩,٤) أمثلة لما يمكن رؤيته عبر الثقوب المستطيلة الموصوفة بالنص. تكشف الثقوب مواضع ثلاثة محارف متتالية (وقد تكون بعض هذه المحارف فراغًا) في مواضع عشوائية من الصفحتين. في الصفحة العليا التعليمات الفعلية لصندوق البريد، أما في الصفحة الدنيا فهناك طباعة عشوائية، محاكاة بتمثيل أحرف الأبجدية الستة والعشرين ومحرف المسافة نسبة إلى المفاتيح المقابلة على لوحة مفاتيح حاسوب نموذجي، حيث إن حجم مفتاح المسافة أكبر بخمس مرات من مفتاح الحرف.

كما توقعت، انتشار هذه المشكلة يجعل حدوث الكلمات نادرًا في الطباعة العشوائية. من بين المجموعات الحرفية الـ ٢٤٨ في الصفحة السفلى في الشكل (٩,٤)، فقط ثمانية منها كلمات مدركة، ومعظمها كلمة من حرف مثل a أو i (تعبر عن I) أو كلمات من حرفين مثل he أو uh. الكلمة الأطول على الصفحة هي الكلمة الثلاثية ink. هذه الكلمات الصغيرة لا تكاد تشكل أكثر من ١٪ من محتوى الصفحة.

بغض النظر عن الأمور الدقيقة في الكتابة، أصبح لدينا ما نحتاجه لنقرر ما إذا كانت تعليمات صندوق البريد بالصدفة تقع في عالم الإمكانية المادية. ملاحظة أن المجموعات الحرفية الـ ٢٤٨ أدت إلى ثمان كلمات فعلية فقط

يعني أن الحروف العشوائية الواقعة بين الفراغات المتعاقبة لديها فقط فرصة حوالي ١ على ٣١ لتكون كلمة (٨/ ٢٤٨ = ١/ ٣١). وعندما يصدف أن تكون كلمات، تميل لأن تكون قصيرة جدًّا، وسطيًا هي كلمات من حرفين أو ثلاثة (مع عد الفراغ في نهاية الكلمة). لذلك لأن ملئ نصف صفحة يستغرق ١٨٠٠ كبسة مفتاح على الحاسوب، فإن الطباعة العشوائية ستنتج حوالي ٦٠٠ كلمة متتابعة فقط لملء نصف صفحة بالكلمات (١٨٠٠ ÷ ٣ = ٦٠٠). وإذا حصل هذا، فلن يوجد ترابط فوق مستوى الكلمات، لكن سيتم تجنب تسلسلات الحروف غير المفهومة وهو ما يحقق على الأقل متطلب المستوى الأدنى للتعليمات المفيدة.

رغم قصور هذا المتطلب، إلا أنه يقدم طريقة سهلة لحساب الاحتمالية بوساطة مبدأ مقلوب المقياس من الفصل الثامن. فنعلم بهذا الحساب ما إذا كانت عملية بحث عشوائية لتراكيب ضربات لوحة المفاتيح الحاسوبية يمكن أن تجد شيئًا ضئيلًا بضآلة فوضى كلمات صغيرة تملأ نصف صفحة. إذا لم يمكن إيجاد هذا الهدف السخي جدًّا، فإن إيجاد تعليمات مترابطة لبناء صندوق البريد أبولو ١٣ مسألة غير واردة أبدًا.

لحساب احتمالية أن نصف صفحة من ضربات لوحة مفاتيح حاسوبية ستتألف بالكامل من كلمات إنجليزية، نبدأ بـ ١ ونضربه بـ ١/ ٣١ (احتمال أن تكون مجموعة حرفية كلمة) مرارًا وتكرارًا، ٦٠٠ مرة. وفقًا لمبدأ مقلوب المقياس، عدد أنصاف الصفحات التي يجب ملؤها بالطباعة العمياء[1] من أجل أن تتألف واحدة منها من كلمات بالكامل، يتوقع أن يقارب مقلوب حاصل ضرب هذا الكسر. أي يمكننا البدء بـ ١ وضربته بـ ٣١ (مقلوب ١/ ٣١) مرارًا وتكرارًا، ٦٠٠ مرة. عند الانتهاء من الحساب تملأ النتيجة لوحدها أحد عشر سطرًا من الأعداد، أي عددًا بحجم فقرة وليس عددًا بحجم كتاب ـ فالرقم هائل جدًّا.

---

(١) استعملنا في الواقع الطباعة العشوائية لتقدير قسم فضاء البحث الذي يغطيه الهدف كبير الاتساع، وعندما نحصل على النسبة سيُخبرنا مبدأ المقياس المقلوب عن عدد المُحاولات العمياء (التي ليس من الضروري أن تكون عشوائية) المطلوب لتوقّع النجاح.

عندما نعيش في كون لا يمكن أن ينتج ما يعادل سطرين من المحاولات المادية لأي شيء، فإن وصول هذا العدد إلى أحد عشر سطرًا يعتبر نصرًا ساحقًا لفضاء البحث. قياسًا على مثال إسقاط الدبوس، فإن صعوبة إيجاد عملية البحث حتى عن هذه الفوضى عديمة المعنى من الكلمات القصيرة يساوي إصابة عمياء لهدف الكيونا (cuna) أربعًا وأربعين مرة وراء بعضها (أربع إصابات في السطر كما هو ملاحظ في الفصل الثامن).

لاحظ كيف هُزمت عملية البحث الأعمى بشكل كامل. لقد سألنا ما إذا كان يمكن أن تنتج عملية البحث الأعمى تعليمات لبناء صندوق البريد أبولو ١٣، وفي خضم عملية استنتاج أنها لا تستطيع، اكتشفنا أمرًا أكثر عمقًا بكثير:

لا يمكن أن تنتج عملية البحث العمياء أي قطعة مترابطة لنص مطول إطلاقًا! أي شيء يصنع نصف صفحة ذات استعمال مفيد مستحيل ماديًا، سواء أكانت تعليمات أو وجبة أو قوائم مهام أو رسائل حب أو شعر أو أي شيء آخر.

تصادفات مستحيلة

أفضل دواء لأي شخص يريد إيجاد طريقة للالتفاف على هذه الحقيقة الراسخة هو فهم واضح لسبب صلابة هذه الحقيقة. الطريقة الأكثر شيوعًا لتصور الالتفاف عليها هي ما دعوناه حجارة الطريق الممهدة في الفصل السابع، وهذه الفكرة مغرية بالتأكيد في السياق الحالي. نتواصل غالبًا بعبارات قصيرة ـ تعال هنا! ـ أو حتى كلمات مفردة ـ ساعدوني! ـ وبالتالي بما أن عمليات البحث العمياء يمكنها إيجاد أهداف بسيطة مثل هذه، نميل لنتعاطف مع فكرة أن النجاحات في هذا المقياس البسيط، الذي لا يتطلب إلا ترابطًا وظيفيًا ضئيلًا جدًا، يمكن البناء عليها تدريجيًا لإنتاج نجاحات على مقاييس أكبر بكثير ـ لنصل إلى مقياس تعليمات كاملة.

أعتقد أن تعاطفنا ذو علاقة بواقع أننا بوصفنا مفكرين فاعلين، نحب فكرة البناء على بدايات متواضعة. ونقوم بذلك طوال الوقت ـ لكن ليس من

دون بصيرة. المشكلة هي أنه ليس هنالك طريقة للتخلص من البصيرة. تعد البصيرة طبيعية جدًّا بالنسبة لنا بحيث إننا نقدمها طوال الوقت دون أن نلاحظ ذلك، حتى في غير مكانها، وبهذه الطريقة نميل إلى مساعدة القصص التطورية بنفس الطريقة التي تساعد أي قصة أخرى: بملء الفجوات وإضافة تفسير إيجابي.

سواء أكان التعاطف هو التفسير أو لم يكن، فإن منطق حجارة الطريق شائع في النقاشات التطورية. لهذا السبب أريد التأكيد مرة أخرى على سبب عدم نجاحه. كما قلت في الفصل السابع، الأسباب العمياء تختلف جوهريًّا عن البصيرة بحيث إن أي حالة منها تبدو ذات بصيرة هي صدفة محضة. والصدف تحدث بالطبع، لكننا نعرف من خبرتنا أن التصادفات الكبيرة أكثر ندرة بكثير وبالتالي أكثر مفاجأةً من الصدف الصغيرة، وهذا مثال عن عمل العلم العام. ظهور كلمة ثلاثية في حساء حروف الأبجدية أمر يستحق الذكر، أما كلمة خماسية فأمر يستحق التصوير، وظهور كلمة سباعية أمر مريب جدًّا.

كل ما نقوم به في هذا الفصل هو تفكيك هذا الحدس لإظهار لماذا يكون حدسنا الراسخ بأن أشياء معينة لا يمكن أن تحصل بالصدفة هو حدس صحيح تمامًا. ما نراه هو أن كمية الترابط الوظيفي التي ينتجها البشر أولوا البصائر بانتظام لا يمكنها أن تنتج بالصدفة، ويعود السبب لما تعلمنا في الفصلين السابع والثامن: الأسباب التصادفية التي تقلد البصيرة بهذا المقياس هي مصادفة غير محتملة بشكلٍ هائل؛ أي: أنها مصادفة مستحيلة ماديًّا.

لأن درجة التصادف هي ما يجعل التفسيرات التصادفية غير معقولة، ليس هنالك طريقة لتخفيف المشكلة بالتفكير بقصص تصادفية مبدعة. ومهما بلغ إبداع هذه القصص التي نرويها، الإبداعية تخبئ التصادف فقط. ولا يزيله أي من هذه القصص التصادفية لأن لب الزعم هو قيام الأسباب التصادفية بما تقوم به البصيرة، إلا أنها مجرد صدفة. فالمشكلة تكمن في الصدفة بحد ذاتها، وهذا سبب عدم فائدة الحبكات في هذه القصص، سواء أكانت حجارة طريق ممهدة أو أي شيء آخر. وبالتفكير في فريق الفيزيائيين في الفصل السابع -

فهذا سبب عدم احتياجنا لمعرفة ما يعنونه بالـ«السحب المتلازم». طالما أن ما عنوه شيء فاقد للبصيرة، فنعلم أنهم يستندون إلى تصادف مستحيل.

مقتضيات الابتكار واضحة. إذا كان ابتكار X عاملة مشروعًا كليًا يتطلب ترابطًا وظيفيًّا جديدًا مكثفًا، فاختراع X بأي نوع من أنواع الصدف أمرٌ مستحيل ماديًّا. لماذا؟ لأن الأسباب التصادفية كي تجاري البصيرة على هذا المقياس يجب أن تكون تصادفية غير محتملة بشكلٍ هائل، والكون الذي نعيش فيه لا يمكن أن يجري تصادفات غير محتملة بشكل هائل، وواقع إمكانية حصول أشياء أبسط بكثير بالصدفة لا علاقة له بالموضوع أبدًا. الشيء الوحيد الذي نحتاج معرفته لرفض كل تفسيرات X المبتكرة بالصدفة هي أن كل هذه القصص تحاول تبرير تصادف مستحيل.

الآن، لا بد أن كل هذه الأمور أصبحت معهودة. وسواء أتكلمنا عن التصادفات المستحيلة أو عمليات البحث المستحيلة، الحقيقة الراسخة تبقى نفسها: لا يمكن إيجاد ترابط وظيفي رفيع المستوى بأي عملية بحث عمياء لأنها تصل إلى صدفة مستحيلة. فقط البصيرة يمكنها أن تصيب هدفًا مثل هذا، وهي ليست صدفة.

الفهم بالكلمات

رغم أننا وجدنا هذه الحقيقة الراسخة بالنظر للترابط عند المستوى الأدنى من تراكيب الحروف، لكن الحالة تزداد سوءًا عند الصعود في الترتيب الهرمي. لم يكن تصحيح النصوص التلقائي موجودًا عام ١٩٧٠م، لكن إذا تصورنا أنه وجد، وحتى بنسخة قوية جدًّا تحول ضربات المفاتيح العشوائية إلى الكلمات الصحيحة الأقرب، فلن تكون حالة رواد الفضاء أفضل. وكما الأحرف لا بد من ترتيب الكلمات بترابط ما، وهو ما يتضمن اختيار كلمات جيدة ووضع هذه الكلمات في ترتيب جيد. ليس من السهل حساب احتمالية حصول ذلك بصورة عمياء كما الحال مع تشكيل الكلمات من الحروف. لكن يمكننا بسهولة معرفة أن المفردات مقيدة بإحكام يوافق غرض النص.

مثلًا، من بين قرابة الأربعة عشر ألف كلمة سباعية إنجليزية، نسختي من

التعليمات المكتوبة لصندوق بريد أبولو ١٣ تستعمل إحدى عشرة كلمة فقط. لا شك أن هناك كلمات أخرى يمكن استعمالها، لكن ليس مجرد أي كلمات. للإحساس بمدى تقييد غرض النص للمفردات، جرب أن تعطي أحدًا ما الكلمات التي استعملتها (against, another, between, orners, cutting, lengths, outside, plastic, screens, secured, tightly) [ضد، آخر، بين، زوايا، قطع، أطوال، خارج؛ بلاستيك، شاشات، مربوط، بإحكام] واطلب منه تخمين موضوع النص الذي أتت منه هذه الكلمات. سيستنتجون بسهولة أن لها علاقة بمشروع بنائي ما ـ مشروع يتضمن البلاستيك، والشاشات، والقطع، والربط بإحكام. القدرة على استنتاج ذلك من قطع صغيرة من النص علامة على الترابط.

أما إذا كان الترابط التصادفي نادرًا في مستوى المفردات هذا، كما كان في مستوى تركيبها، فستحصل على نتيجة مختلفة جدًّا عندما تقدم لشخص ما اختيارًا **عشوائيًّا** من كلمات سباعية. مثال واحد سيفي بالغرض. هذه إحدى عشر كلمة سباعية مختارة عشوائيًّا من قاموس ذي ٩٣,٠٠٠ كلمة ببرنامجي الحسابي: luffi, dickens, numbers, inbound, roofers, incisor, overlap, Brownie, genomes, avenged, tallier [يدير الدفة، ديكنز، أرقام، سن قاطعة، متداخل، كعكة، جينومات، انتقم، داخل، سقافون، مدقق]. في هذه الكلمات التي كتبتها لا دليل على موضوع مترابط.

لا حاجة لمزيد من التفصيل، فقد فشلت عمليات البحث العمياء على كل المستويات. ولأننا أشخاص نكتب نعلم أن الحاجة للبصيرة تزداد مع الصعود في الهرمية، ويزداد معها بعد تصادف الترابط الأعمى أكثر فأكثر. وأي عملية لا يمكن أن تستبدل الكفاءة سواء في التهجئة أو المفردات لا يمكنها بالتأكيد استبدال الكفاءة في النحو أو التعبير. أصاب حدسنا بالتصميم هذه النقطة بالضبط، نحتاج إلى معرفة كي نكتب تعليمات مفيدة، ولا يمكن لأي عملية تصادفية أن تستبدل هذه المعرفة.

دون الاستفاضة في هذه النقطة، أريد إظهار مدى عمومية هذه النتيجة بإلقاء نظرة سريعة على مثال مختلف جدًا عن اللغة.

نعود في هذا المثال إلى موضوع الصور الرقمية، وسنركز هذه المرة على الصور الفوتوغرافية. طراز الترابط الوظيفي الهرمي موجود هنا أيضًا. فوق المستوى الأدنى مباشرة يوجد البكسل، وتظهر الصور الفوتوغرافية الرقمية ترابطًا مشابهًا لضربات فرشاة رسام، حيث تكون الألوان ممدودة وممزوجة. فوق ذلك المستوى تُعَرف الحدود والأشكال، وهنالك مستوى أعلى تدرك الملامح والأشياء، وفوق ذلك هناك المستوى الذي يأخذ الموضوع الأساسي فيه شكله الكامل، إلى جانب المحيط الذي صور فيه. وتبدي الصور الضوئية التي تستحق الذكر مستوى أعلى من ذلك، حيث تحفز الطريقة التي صور فيها الهدف انطباعًا أكثر بكثير من مجرد إدراك الموضوع.

نحن متأكدون عبر حدسنا بالتصميم أنه لا يمكن حصول أي من هذا بالصدفة، ومرة أخرى يمكننا استعمال مبدأ مقلوب المقياس للتأكد من ذلك. باستعمال مجموعة من الصور قليلة الجودة (٤٠٠ بكسل × ٣٠٠ بكسل)، كتبت برنامجًا يكرر التقاط صورة عشوائية وينسخ مربعًا ٢ × ٢ بكسل من بقعة فيها تم اختيارها عشوائيًّا. تظهر مجموعة العينات الأولى للوحة ١ (التي يمكن إيجادها على في آخر الكتاب) مائة مثال من هذه المربعات ٢ × ٢ المأخوذة من مجموعة مؤلفة من تسع وخمسين صورة. للمقارنة، تظهر مجموعة عينات ثانية مائة مربع ٢ × ٢ مأخوذة من صورة واحدة عشوائية تمامًا. الفرق بين المجموعتين هائل بصريًّا. بقدر كون المربعات العشوائية ملفتة للنظر، لكن من الواضح أنه الألوان فيها غير ممدودة وممزوجة بطريقة مربعات الصورة الضوئية[1] مثلًا، حوالي نصف المربعات الصورية الضوئية تعطي الانطباع الأول بأنها من لون موحدٍ، في حين لا تظهر أي من المربعات العشوائية كذلك. كما أن البكسلات الأربعة التي تصنع مربعًا يمكن إدراكه توجد في بضع مربعات صورية ضوئية

---

(١) استعملت الدقة منخفضة البكسل لتجنّب المبالغة في اتساع الألوان. تكمن الفكرة في أنّنا نرى فحوى الصور حتّى إن كانت دقة البكسلات بحدٍّ أدنى، ليس لأنّ البكسلات صغيرة لدرجة تخفى للعين بل لأنّها تعمل معًا بأسلوب مترابط بصريًّا.

فقط، وتميل اختلافات الظل فيها إلى اختلاف طفيف. في حين أن الحالة معكوسة غالبًا في المربعات العشوائية.

لاحظ التشابهات بين هذه المقارنة لمربعات البكسلات ومقارنتنا السابقة لتراكيب الحروف. كما استطعنا اكتشاف تراكيب الحروف غير المترابطة في أجزاء صغيرة مأخوذة من نصٍ مطبوع عشوائيًا (الشكل ٩,٤)، كذلك نستطيع كشف الامتزاجات اللونية غير المترابطة في أجزاء صغيرة مأخوذة من صورة عشوائية. في كلا الحالتين يكون الترابط في هذا المستوى المنخفض ضروريًا لبدء بناء هرمية مترابطة كليًا من النوع الممثل في الشكل (٩,٣) إلا أن هذا مجرد بداية ضئيلة جدًا. فلا بد من بناء مستويات ترابط أكثر صعوبةً بناءً على هذه المستوى الأدنى إذا أردنا أن نحصل على أي أهمية.

لمعرفة مدى صعوبة أن يصادف بحث أعمى ترابطًا عند أي مستويات أعلى، كل ما علينا فعله هو البناء على مستوى أدنى مترابط. لم نزعج أنفسنا في إثبات ذلك للتعليمات المكتوبة لأن عدم ترابط هذه الكلمات السباعية العشوائية أقنعنا بأن اختيار الكلمات بالصدفة ذو مشاكل بقدر مشاكل اختيار الحروف بالصدفة. أما لإثبات ذلك بالنسبة للصور الرقمية، استعملت أمرين من أوامر برنامج معالجة الصور (Mathematica)[1] لتحويل الصورة العشوائية على الجانب الأيسر من اللوحة ٢ إلى الصورة على اليمين. نتيجة هذه المعالجة، كان لدى الصورة الجديدة ترابطٌ ليس فقط في المستوى الأدنى من مد الألوان ومزجها إنما أيضًا عند المستوى الأعلى لتشكيل الأشكال والحدود، وقد تم إنجاز هذا الترابط بواسطة المعالجة. أي شيء فوق ذلك سيكون تصادفيًا، وكما نرى بوضوح، ليس هنالك أي شيء فوق هذا ـ ولن يكون حتى لو قضينا بقية حياتنا في توليد هذه الصور.

يمكننا إظهار أن الترابط الوظيفي رفيع المستوى ضائع دون أمل في

---

(١) ماثيماتيكا (Mathematica) عبارة عن برنامج حاسوبي رياضي رمزي طوّرته شركة وولفرام ريسيرش (Wolfram Research)، ومتاح على موقع الإنترنت:

www.wolfram.com/mathematica.

فضاء الصور الممكنة وذلك بحساب مشابه للحساب الذي قمنا به لفضاء تراكيب ضربات المفاتيح الممكنة. إذا قلنا إن ١ في ٢٠ مربعًا من مجموعة العينات ٢ تبدو ألواننا ممزوجة على الأقل كما لو أنها آتية من صورة ضوئية، تم حساب احتمال ظهور صورة عشوائية مؤلفة من هذه المربعات فقط بالبدء بـ ١ وضربه بـ ١/ ٢٠ مرارًا وتكرارًا، ٣٠,٠٠٠ مرة بالمجمل ـ مرة لكل من المربعات التي تُشكل الصورة الكاملة. الرقم الناتج هو التغطية الجزئية لفضاء الصور بهذا الهدف الضئيل جدًّا، فمقلوبه ـ حسب مبدأ مقلوب المقياس ـ هو عدد الصور التي يجب أن تحققها عملية بحث عمياء للحصول على فرصة معقولة لإيجاد الهدف. نعرف الآن ما يعنيه هذا، وبعد القيام بالحساب، نجد أن هذا العدد هائل جدًّا بحيث يجعل إصابة هذا الهدف غير المهم مستحيلة ماديًّا. وبما أن الهدف المهم لكل الصور أصغر بكثير، نعلم أن الصور التي تبدو عشوائية تمامًا لنا تفوقه بشكل هائل.

الخيط المشترك

إنّ فهم مثل هذا التصنيف الغريب للابتكارات (الصور الضوئية الرقمية، أداة مصطنعة لإزالة CO_2 من كبسولة فضائية، نصف صفحة من التعليمات المكتوبة) يشير إلى أننا عثرنا على تمثيلٍ عامٍّ جدًّا للمفهوم الممثل في الشكل (٩,٣). وكل شخص يجري مشروعات تتطلب حلولًا منظمة جيدًا سيرى شيئًا مألوفًا في البنية الهرمية الممثلة هنا ـ أي: كل البشر. ومرة أخرى، كذلك كل شخص معجب بالكائنات الحية.

قبل الإعجاب بالحياة في الفصل العاشر، دعنا ننهي هذا الفصل بإكمال رحلتنا الجبلية بالنزول إلى قاعدة الجبل الذي تسلقناه للتو. فالموضوع البسيط الذي يربط كل شيء ناقشناه عند أول مستوى هو الدور المحوري للمعرفة في عملية الابتكار. بدءًا من الفصل الثاني حيث أدركنا بمهام بسيطة جدًّا لدرجة أننا لم نربطها حتى مع الابتكار ـ طبخ العجة أو تغليف هدية ـ ضرورة وجود الخبرة حتى بالنسبة لهذه الإنجازات الصغيرة. ولأنها تتطلب خبرة، علمنا من

خبرتنا الكلية أنها لن تحصل أبدًا ما لم يسبب حصولها أحدٌ يعلم. عَبّرنا عن هذه القناعة بحدس التصميم الشامل: لا يمكن إنجاز المهام التي تحتاج معرفة لإنجازها إلا من قبل شخص يملك تلك المعرفة.

أهمية تسلقنا للقمة هي أننا نرى الآن سبب صحة هذا الحدس. فطبخ العجة، بمصطلحات الفصل السادس، هو إكمال مشروع كلي؛ أي: جلب العديد من الأشياء والظروف الصغيرة سويةً بالطريقة الصحيحة لإخراج نتيجة كبيرة. ونرى الآن ما نعنيه بهذا بشكلٍ أكثر دقة: لا بد من تنظيم هذه الأشياء والظروف الصغيرة بطريقة مترابطة وظيفيًّا، بحيث تعمل كلها سويةً لإنتاج شيء أكثر أهمية بكثير من مجرد مجموع الأجزاء. لا تحصل الترتيبات من هذا النوع بالصدفة أبدًا لأنها لا يمكن أن تحصل بالصدفة. وطبخ العجة سهل بالنسبة لنا ليس لأنه لا يتطلب مهارة بل لأننا قد أتقنا العديد من المهارات البسيطة الضرورية. والواقع أن كل مهارة يجب إتقانها (من كسر البيض إلى تحريك الأشياء بطريقة منسقة) ويبين أن الصدف لا تجاري على الأرجح هذه المهارات. فمن بين كل الأشياء التي يمكن شدها في المطبخ، مقبض باب الثلاجة هو الوحيد، ومن بين كل الأشياء التي يمكن تحريكها في الثلاجة عند فتحها ـ علبة البيض هي الوحيدة، ومن بين كل الطرق التي يمكن بها تحريك علبة البيض، قسم ضئيل فقط من تلك الإمكانيات يفضي إلى طبخ العجة، وهكذا. في النهاية، مهما بدا قلي البيض عاديًّا، فالحقيقة أن هناك عددًا كبيرًا من الأفعال الملائمة يجب اتخاذها، وأن كل منها يحمل عددًا كبيرًا من الطرق الخاطئة، تعني أن المسارات الملائمة الكاملة من الفعل ضائعة في فضاء مذهل كبير من الاحتمالات الصرفة. قد تبدو فائدة الخبرة متواضعة في كل خطوة ضئيلة، لكن بعد مضاعفة جميع هذه الفوائد المتواضعة، تصبح الخبرة حاسمة جدًّا.

المعرفة هي المكون الأساسي لكل عجة.

وإذا كان هذا صحيحًا للأشياء التافهة مثل طبخ العجة، فإنه صحيح أيضًا للأشياء المقيدة بشكل أكبر بكثير والتي ندعوها ابتكارات. النتيجة المذهلة من رحلتنا الجبلية هي أن هذه الأشياء الخاصة ـ الأشياء التي لا يمكن صنعها إلا

بالاستخدام الماهر الذكي للمواد والأفعال المادية، لتشكيلها ودمجها بالطريقة الصحيحة بالضبط للحصول على نتيجة كبيرة ـ تحفز حدسنا بالتصميم لنفس السبب بالضبط. وسبب إدراكنا وجود الهدف في الابتكارات ـ الكليات النشطة والمشاريع الكليّة ـ هو بالضبط لأنه لا يمكن حصولها بالصدفة: فهي تبدي ترابطًا وظيفيًّا منظمًا لا يمكن أن يأتي إلا من فعل ذكي ومقصود. فيتم تصورها من الأعلى للأدنى وتبنى من الأدنى للأعلى. وربما تشتغل بالأسباب المادية فقط، لكنها بالأكيد لم تشتق منها. أما بالنسبة للعثور عليها بالصدفة، وهي ضائعة في الفضاء الفسيح من الاحتمالات الصرفة، فهو ببساطة ليس نتيجة يمكن أن يحققها كوننا.

الملخص

سألنا في الفصل الخامس عن سبب عدم تحقيق المهام التي تحتاج معرفة لإنجازها دون هذه المعرفة، والآن نعلم السبب. يلخص الشكل (٩,٥) الخط الكلي للمنطق الذي وجدنا الإجابة من خلاله. الحجة الجوهرية بسيطة بما يكفي لوضعها في عبارة مفردة:

ملخص الحجة

الترابط الوظيفي يجعل من الابتكار بالصدفة أمرًا غير محتملٍ بشكل هائل وبالتالي مستحيل ماديًّا

بل يمكن تلخيص النتيجة بشكل أكبر: **لا يمكن حصول الابتكار بالصدفة.** يتطلب الابتكار خبرة، ولا بديل عن الخبرة.

لقد فعلناها! سقطت أحجار الدومينو، وانتهى الصراع. لقد انتصر حدسنا بالتصميم!

بالطبع لا يمكن استبدال رحلتنا بعبارتين. استعمل هذه الخلاصات بدلًا من ذلك لمعرفة إن كنت فهمت الحجة بالكامل، واستعملها عند الحاجة كطريقة لتذكر الأفكار الرئيسية بسرعة. فالاستنتاج غير معقد بعكس تعقيد الحجج العلمية، لكن هناك جوانب معينة غير مألوفة للعديد من القراء عند قراءتهم الأولى لها، وقد تكون مرعبة. اثبت قليلًا! إذا كان لديك العزم على

الوصول لهذه المرحلة، فلديك ما يلزم لفهم النقاط الأساسية، ربما بنظرة ثانية للنقاط التي وجدتها صعبة عند قراءتك الأولى لها. سيرشدك الشرح أسفل الشكل التالي للأقسام التي ربما تريد مراجعتها.

بل حتى إن كنت تعتقد أن الحجة خاطئة، أحثك على التريث للحظة للتأكد من أنك فهمتها بشكلٍ صحيح. سأكتب المزيد لإقناعك، لكن هذه المرة للتأكد من أن الحجة التي تعارضها هي نفس الحجة التي أعرضها.



الشكل (٩,٥) طريقتان لاستنتاج أن الابتكار لا يحصل بالصدفة. حتى عندما نصادف ابتكارًا بسيطًا جدًّا، مثل طائر الكركي الورقي (أوريغامي)، نستنتج عفويًا القصد لتصميمه بحكم أن المعرفة كانت مطلوبة. وهذا هو حدس التصميم الشامل، المصور على اليسار. بفحص هذه الاستنتاج بدقة، نجد تأكده تمامًا بسلسلة من الاستنتاجات الواضحة، والتي أعطيت للطائر الورقي في ست عبارات مرقمة. الشكل العام للاستنتاج ملخص في الجملة على اليمين. للمراجعة، حدس التصميم الشامل موصوف في الفصل الثاني، مفهوم الترابط الوظيفي يبدأ بالتشكل في الفصل السادس (انظر: الكليات النشطة والمشاريع الكلية)، يبين الفصل السابع أن أي قوة ابتكارية في التطور لا بد أنها كامنة في التكرار وليس في الانتخاب الطبيعي، يفحص الفصل الثامن دور التكرار في عمليات البحث الأعمى، مثبتًا أن عدم الاحتمالية الهائلة تعني الاستحالة المادية، ويطور الفصل التاسع فكرة الترابط الوظيفي بشكل كامل، ويصله بالابتكار ويظهر أن البصيرة هي السبب الوحيد الممكن، وذلك بإظهار أن الأسباب التصادفية غير محتملة بشكل هائل.

الفصل العاشر

نشأة الحياة

توصلنا لحلّ نزاعنا الداخلي، وكانت الغلبة في شدّ الحبل بين حدس التصميم ورأي الإجماع حول الأصول الحيوية لصالح حدسنا (بسهولة كاملة)، وكما توقعنا لم يكن الفوز بوساطة قوة العلوم الاختصاصية رغم أنّها ساهمت بالتأكيد في جذب الحبل ناحية الفائز؛ بل بوساطة قوة العلم العام ـ المنطق والملاحظة اللذان نثق بهما لشدّة ارتباطهما بما نعرفه عن طريق الخبرة.

بقدر أهمية كلّ ما سبق، لم نتوصّل بعد لإجابة مرضية لسؤالنا الكبير: لمَا أو لمن ندين بوُجودنا؟ ليس لدينا سوى إجابة مُبهمة، نعلم أنّنا يجب ألا نستيقظ كلّ صباح ونحمد الانتخاب الطبيعي أو التكرار الأعمى على حياتنا، ونعلم أنّنا لم ننتج عن أيّ عملية بحث من نمط صيد البيض؛ أي: أنّنا لسنا أبدًا نسل أيّ سبب تصادفي، وهذا يجعل الغاية مُكوّنًا أساسيًّا في نشأتنا. ربّما يرضى الكثير بهذا الحدّ فقط.

أقنعني توماس ناغل أنّ علينا المضي قدمًا، وباعتباره مُلحدًا فهو يسعى «لتفسير ظهور الحياة والوعي والمنطق والمعرفة، ليس كتأثيرات جانبية تصادفية للقوانين الفيزيائية في الطبيعة أو كنتيجة لتدخّل مقصود في الطبيعة من الخارج؛ بل كعاقبة غير مُفاجئة إن لم تكن حتمية للنظام الذي يحكم العالم الطبيعي من داخله»[١] وبما أنّ إنجازنا الرئيسي حتى هذه اللحظة كان استبعاد السبب التصادفي الذي يرفضه ناغل، فهو يوافقنا الرأي.

(١) Thomas Nagel, Mind and Cosmos: Why the Materialist Neo-Darwinian Conception of Nature Is Almost Certainly False (Oxford: Oxford Univ. Press, 2012), 32.

إنّ عرضي لموافقته حتّى هذه النقطة أمرٌ جيّد نظرًا لسمو تفكيره من جهة. لكن من جهة أخرى ولأنّ هدفي من هذا الكتاب تحديد المصدر الذي أتينا منه، سأشعر شخصيًّا كمُفكّر مسيحي أنني لم أصل لهدفي إذا كان من الممكن أن ينسجم معي المفكر المُلحد على طول الطريق، حتّى ولو كان مُفكّرًا ملحدًا استثنائيًّا مثل ناغل. علينا السعي للوصول إلى فهم أوضح لهذا المصدر غير التصادفي الذي نشأنا منه، وهو فهمٌ إمّا يلائم فكرة ناغل عن قدرة لا شخصية ضمن الطبيعة أو فكرتي عن قدرة شخصية خارج الطبيعة، ولكن ليس كلاهما.

ستقدّم الفصول الأربعة القادمة من رحلتنا هذا الفهم طبيعيًّا دون الإفراط في سبيل تحقيق تلك الغاية. سنعرض أيضًا أشهر أسباب التشكيك في نتيجتنا بأنّ حدس التصميم هو الفائز، ويدعونا كلا هذين الهدفين للاطلاع على الحياة عن كثب أكثر مما كنّا على استعداد له في الفصل السادس، وذلك بالاستفادة الآن من فهمنا المصقول للابتكار، وسيؤدي هذا الفصل هذه الغاية.

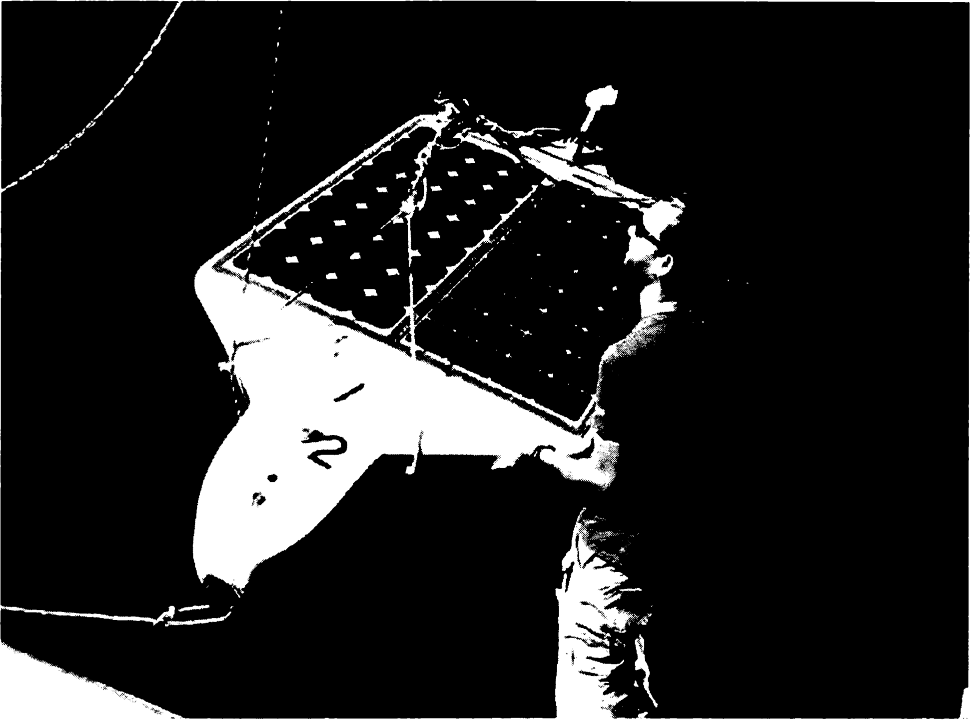
نقل الابتكار إلى مستوى جديد كليًّا

مهما بلغت مهارة استغلال البشر لمواد الكون العادية (بتشكيل العناصر إلى أشياء مثل الهواتف الذكية والتلسكوبات الفضائية) لا نستطيع التغاضي عن حقيقة أنّ هنالك من تفوّق علينا. فالعنكبوت النشيط والسلمون البطل وحيتان الأوركا الرشيقة وبالتأكيد جميع الروائع الحية المحيطة بنا تثبت إمكانية استخدام المواد والعمليات الفيزيائية بروعة أكبر من أي استخدام بشري. لكن انتبه (وأقول هذا مع ولعي بالتقنية طوال عمري) هذا ليس أبدًا استخفافًا بالابتكارات البشرية بل لنذكّر أنفسنا بأنّ الحياة تحتل درجة أعلى من الابتكار البشري من دون شكّ.

مثلًا من بين منتجات التقنية البشرية الأكثر تقدّمًا مركبة تحت الماء تعمل بالطاقة الشمسية تُسمى (Tavros 2). صمّمت (Tavros 2) التي تشغلها جامعة فلوريدا الجنوبية لإجراء مهام على مدار الشهر في خليج المكسيك لقياس أعماق المياه ودرجات حرارتها وإرسال التقارير بذلك، وما يجعل هذه المركبة معقدّة جدًّا هو عملها باستقلالية بقيادة تامة من حاسوبها الموجود على متنها، حيث بُرمِجت (Tavros 2) للصعود نحو السطح عند حاجتها لإعادة شحن بالطاقة الشمسية، وتغوص بعدها لموقعها السابق لتتابع جمع البيانات. إن كان لهذا الروبوت المائي سيرة ذاتية ستجد فيها مهارة الإبحار باستخدام محدد المواقع GPS تحت عنوان المهارات التقنية، والتغريد تحت عنوان الاهتمامات الأخرى، وهي الطريقة التي ترسل بها البيانات إلى العلماء في المختبر البحري (أو لأيّ أحد آخر ممّن يهتم بمتابعة التغريدات العلمية).

لكن حاول المقارنة بين (Tavros 2) وكائن حيّ، مثلًا الدلافين، التي قد تكون نوعًا ملائمًا للمقارنة لأنّها تقريبًا بنفس حجم مركبتنا، إلا أننا بمجرّد البدء بالمقارنة سندرك مدى الفرق الهائل بين هذين الابتكارين. فـ(Tavros 2) مثل جميع الروبوتات تقوم بفعل ما برمجت للقيام به تمامًا، بينما تفعل الدلافين ما تريد فعله مهما كان، وأحدهما آلة مادية بينما الآخر بجميع ملامحه شيء أعمق من ذلك بكثير (شيء وراء المادة البحتة).

سنستكشف في الفصل الثالث عشر أهمية هذا الاختلاف العميق، ولكن سنتابع الآن التركيز على الجوانب المادية للكائنات الحية (الملامح التي تماثل الآلات رغم أنّها آلات من نوع أكثر روعة)، وسنرى أنّ آلية الحياة تبدي ترابطًا وظيفيًّا على نطاق وراء إدراك البشر حاليًّا، ناهيك عن إمكانية تقليد البشر لها.



شكل (١٠,١) مركبة (Tavros 2) التي طوّرها باحثوا جامعة كاليفورنيا الجنوبية

زبد البحيرة عالي التقنية

سنبدأ «بآلة» حيّة وأعني بها شكلًا من الحياة يبدو أنّه بعكس الدلافين يعمل كليًّا بطريقة فيزيائية، وهو شكل بسيط من الحياة الميكروبية المائية يسمّى البكتيريا الزرقاء (الزراقم cyanobacteria)، التي تعدّ أكثر بساطة بكثير من الخلايا المفردة في الدلفين. رغم أنّ البكتيريا الزرقاء عبارة عن كائنات وحيدة الخلية لكنّ بعض أنواعها تلتصق مع بعضها لتكوّن خيوطًا طويلة تتشابك على هيئة مستعمرات ضخمة شبيهة بسجّادة في المياه الراكدة أو بطيئة الحركة، فهي حرفيًّا زبد البحيرة في الأرض.

رغم الموقع المتواضع للبكتيريا الزرقاء في مخطط الحياة العظيم، لكنّها متفوّقة على مركبة (Tavros 2) بسنين ضوئية من حيث تعقيدها التقني، ولنشاهد ذلك بعرض نقاط الاتفاق والاختلاف بينهما. من التشابهات بين (Tavros 2) والبكتيريا الزرقاء أنّ كلاهما يعمل بالطاقة الشمسية، ولكن إذا تفحصنا هذه

الميّزة بمزيد من التفصيل نجد أنّهما ليستا حقًّا متماثلتين، حيث إنّ الآلة غير الحية تحتاج لجامع للطاقة الشمسية (لوح شمسي) بمساحة طاولة القهوة، بينما تؤدي الآلة الحية دورها بكفاءة جيّدة جدًّا بجامع شمسي أصغر قياسًا على الأول بترليون مرة، وبينما باستطاعة الآلة غير الحية القيام بحيلة واحدة للحصول على ضوء الشمس (الصعود إلى السطح) إلا أنّ الآلة الحية قادرة على فعل ما هو أكثر من ذلك. تتحكم البكتيريا الزرقاء الخيطية بعمق غوصها في الماء وفق استجابتها لضوء الشمس، وهي قادرة أيضًا على تنسيق حركات الانزلاق والتذبذب المعقدة لتوجيه كامل المستعمرة ناحية ضوء الشمس، لذا من ناحية تعقيد حركة التقاط ضوء الشمس غلبت البكتيريا الزرقاء (أو ربّما خيوطها) مركبة (Tavros 2) بكلّ سهولة[١].

يزداد التباين أكثر عندما ندرس القدرات التصنيعية، فمركبة (Tavros 2) عديمة القدرة التصنيعية بالكامل بينما تؤوي كلّ بكتيريا زرقاء مصنعًا كاملًا ضمن جدرانها المجهرية، وتشتغّل جميع عمليّات هذا المصنع بعملية تسمّى التركيب الضوئي (photosynthesis) التي تحوّل طاقة الضوء إلى طاقة كيميائية، وتُستعمل معظم تلك الطاقة الكيميائية لتكوين جزيئات السكر من CO_2 والماء، طارحة الأوكسجين (O_2) كمنتج جانبي، فالسكر غني بالطاقة مما يعني أنّ الخلية يمكنها أن «تحرقه» للحصول على السعرات الحرارية، كما يمكن استعمال السكر كمركب كربوني متعدّد الاستعمالات تستطيع الخلية استعماله لبناء عدد هائل من المركبات الأخرى الغنية بالكربون المطلوبة للحياة.

رغم اعتقادنا أنّ التركيب الضوئي عملية طبيعية من حيث أنّه يحدث في كلّ مكان حولنا في الطبيعة ولكنّه بمعنى آخر غير طبيعي أبدًا. حيث يعدّ التركيب الضوئي تسخيرًا حاذقًا للمواد العادية الطبيعية في الكون، أكثر

---

(١) لمشاهدة فيديو جميل لحركات الانزلاق في إحدى أنواع البكتيريا الزرقاء، انظر: "Oscillatoria in Motion" from the YouTube collection of Bruce Taylor (www.youtube.com/watch?v=IP4ir0wumpw).

من أيّ ابتكار بشري، وهو مختلف جذريًا عن أيّ شيء تنتجه تلك المواد العادية بنفسها. لنستوعب ذلك فكّر بالتركيب الضوئي على أنّه عكس حرق الوقود لأنّ ما ينتج عنه هو الوقود. الحرق عملية طبيعية جدًّا بينما عكس الحرق ليس كذلك. يستهلك الأوكسجين بسهولة جزيئات الوقود مثل السكر في لهبه، منتجًا CO_2 وبخار الماء وذلك بمجرّد شرارة لإشعاله، بينما بفعل عكس ذلك تمامًا، حاز التركيب الضوئي على مكانة بين تلك الابتكارات الذكية (مثل تكييف الهواء) التي تسخّر الأمور العادية الطبيعية لأجل العمل بعكسها، ومن بين هذين الابتكارين يعدّ التركيب الضوء أذكى إلى حدٍّ بعيد.

تكمن الصعوبة في أن أعبّر عن ذلك دون كتابة ما يعادل فصلين أو ثلاثة من كتاب الكيمياء الحيوية، ولحسن الحظ يمكن فعل ذلك بنفس الأسلوب الذي استخدمه الكتاب الرائع «المقاطع العرضية المدهشة» لستيفن بيستي الذي يعبّر عن التعقيد الهندسي للأشياء مثل طائرة الإنقاذ العمودية والمكوك الفضائي[١] يقوم بيستي في هذا الكتاب بقطع الجزء الخارجي للأشياء بمهارة لعرض كيفية ترتيب الأجزاء في الداخل، فدعنا نستخدم أسلوبًا شبيهًا بذلك مع النظام الضوئي من النمط الأول (photosystem I) الذي يعدّ من العناصر الرئيسية في جهاز التركيب الضوئي للبكتيريا الزرقاء.

تحوي قائمة أجزاء هذه الأعجوبة الهندسية (شكل ١٠,٢) اثنا عشر جزءًا بروتينيًّا وستة أجزاء أصغر منها تسمّى العوامل المتممة (cofactors)، ويُستَعمل أحدها (الكلوروفيل أ chlorophyll a) ٢٨٨ مرة لبناء النظام الضوئي الكامل، في حين يحافظ هيكل بروتيني ضخم على بقاء هذه العوامل المتممة الأساسية في مواقعها الدقيقة كما يوضّح الشكل (١٠,٣).

---

(١) Richard Platt and *Stephen Biesty, Stephen Biesty's Incredible Cross-Sections* (New York: Alfred A. Knopf, 1992).

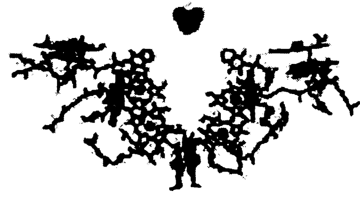
3x
Psa A:
Psa B:
Psa C:
Psa D:
Psa E:
Psa F:
Psa I:
Psa J:
Psa K:
Psa L:
Psa M:
Psa X:
Lipid 2:

6x Vitamin K1 :
9x Iron-sulfer cluter:
Lipid 1:
66x Beta carotene:
288x Chlorophyll a:

شكل (١٠,٢) قائمة الأجزاء لبناء النظام الضوئي من النمط الأول في البكتيريا الزرقاء.

يمتلك النظام الضوئي الكامل من النمط الأول الموضّح بالشكل (١٠,٣) ٤١٧ جزءًا، ويوجد كلٌّ منها في موضع دقيق للسماح لكامل الجهاز بأداء وظيفة جمع الفوتونات من الشمس وتحويل طاقتها الضوئية إلى طاقة كيميائية. وفقًا لحساباتي هنالك قرابة ثلاثين جينة مكرسة لبناء هذا التجمّع في جينوم البكتيريا الزرقاء: اثنا عشر لترميز المكوّنات البروتينية والباقي لترميز الإنزيمات المطلوبة لتصنيع العوامل المتممة. إن التجمّع الكامل هائل الحجم من الناحية الجزيئية، ولكن بقطر يبلغ فقط جزءًا من ٢٢ بليون جزء من المتر؛ أي: أنّ ١٥ مليونًا من هذه الأشياء يمكن أن تتسع ضمن مساحة بحجم بكسل واحد على شاشة عرض «ريتنا» فائقة لهاتف آيفون!





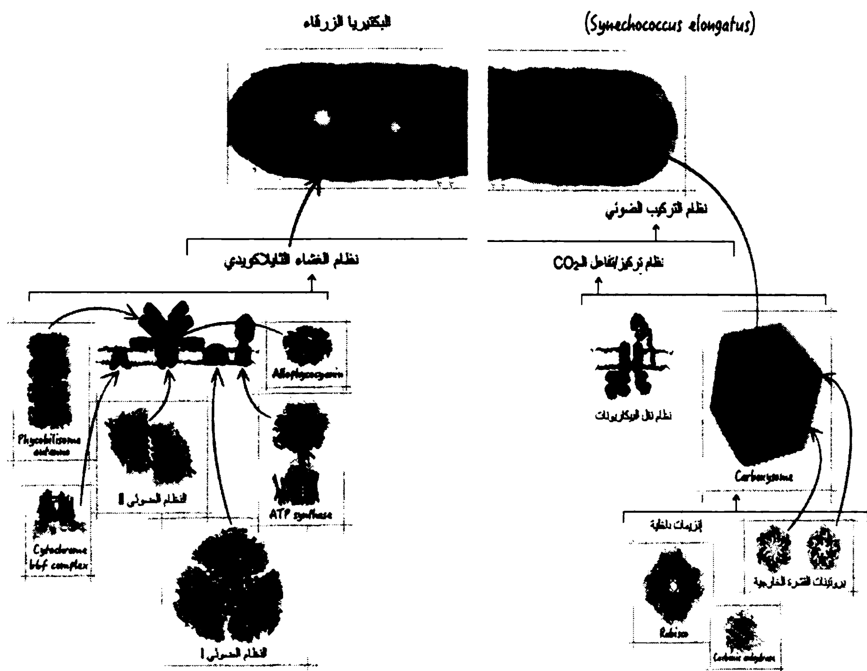


شكل (١٠,٣) النظام الضوئي من النمط الأول في البكتيريا الزرقاء مع اثنان من مكوّناته الهامة موضّحة أعلاه

بل نعلم من المصطلحات التي يستعملها العلماء لدراسة النظام الضوئي من النمط الأول مثل سلسلة نقل الإلكترون (*electron transfer chain*) ونظام الهوائي (*antenna system*) أنّ الوظيفة العامة للنظام الضوئي تشتمل وظائفًا فرعية متعدّدة من بينها نقل الإلكترونات وجمع الفوتونات بواسطة هوائي، وإن أردت التوغل في المصادر الاختصاصية ستجد مجموعةً كبيرة من الواصفات الوظيفية الأخرى من بينها موقع الإرساء (*docking site*) ومانح الإلكترون الأساسي (*primary electron donor*) ومستقبل الإلكترون الابتدائي

(*initial electron acceptor*) وكاروتينويدات الإخماد (*quenching carotenoids*)، وحتّى إن كان معظمنا ليس لديه أدنى فكرة عن معنى هذه المصطلحات إلّا أنّنا ندرك جميعًا أنّ الوظيفة مرتفعة المستوى للنظام الضوئي الأول معتمدة على هرمية شاملة من وظائف أدنى. يفترض أنّ هذا الأمر مألوف جدًّا، فهو مثال آخر عن الترابط الوظيفي الهرمي، وهو هائل خصيصًا بسبب المقياس الضئيل المطبق فيه، وكما هو الحال دائمًا ندرك فورًا أنّ هذا النمط حتمًا توقيعٌ للابتكار الهادف.

بقدر تعقيد النظام الضوئي من النمط الأول، إلّا أنّه مكوّن واحد من كثير من المكوّنات الأخرى المؤلفة لكامل نظام التركيب الضوئي، ويقدّم لنا الشكل (١٠,٤) فكرة عن مدى تعقيد النظام بأكمله، وقد نُظّم الشكل ببنية هرمية يفترض أن تذكّرك بالشكل (٩,٣). نجد في أعلى الهرمية جدار البكتيريا الزرقاء موضّحًا كصورة مقطعية عرضية حقيقية ملتقطة بالمجهر الإلكتروني، وأدنى منه نجد نظام التركيب الضوئي، ورغم عرضه لوحده، إلّا أنّه أحد النظم الكثيرة الأخرى المطلوبة لدعم الوظيفة عالية المستوى في الحياة الحية المتجسدة بهيئة خلية بكتيرية زرقاء.



شكل (١٠,٤) التنظيم الهرمي لنظام التركيب الضوئي الكامل في البكتيريا الزرقاء.

نزولًا إلى المُستوى التالي نجد أنّ نظام التركيب الضوئي يتألف من مكوّنين: نظام الغشاء الثايلاكويدي (thylakoid-membrane system) ونظام تركيز/تفاعل الـCO_2. النظام الأول مسؤول عن حصد طاقة الضوء وتحويلها إلى طاقة كيميائية، بينما الثاني مسؤول عن استعمال هذه الطاقة الكيميائية «لعكس حرق» الـCO_2. هذه البنى الرئيسية المؤلفة لكلا هذين النظامين كبيرة بما يكفي لتصبح مرئية في الصورة أعلى الشكل، حيث أنّ الأحزمة متحدة المركز المشاهدة حول محيط الخلية هي طبقات الغشاء الثايلاكويدي الملتقط للضوء، بينما العلامات الداكنة الكبيرة داخل الخلية هي الجسيمات الكربوكسية (carboxysomes) التي تمثل أوعية التفاعل التي تحدث فيها عملية عكس الحرق.

تحتاج جميع هذه الوظائف لتعقيد تقني باهر، مثلًا يُكوِّن الغشاء الثايلاكويدي حجرات مغلقة بإحكام لدرجة لا تسمح حتّى لبروتون ضئيل الحجم (أي: ذرة هيدروجين مجرّدة من إلكترونها) بالمرور عبر الحاجز، إلا عبر قناة بروتينية معقدة تحركه منهجيًا من جانب إلى آخر، وتعمل بعض هذه

القنوات (النظام الضوئي الثاني photosystem II ومعقّد السيتوكروم b6f) كمضخات بالغة الصغر تدفع البروتونات من الجانب «منخفض الضغط» في الحجرة إلى الجانب «مرتفع الضغط»، بينما تعمل أخرى (ATP سينثاز ATP synthase) كتوربين يستخلص الطاقة بالسماح للبروتونات بالجريان بالاتجاه المعاكس.

هذه مجرّد لقطة من تعقيد التركيب الضوئي، فقد كُتِبَت مجلدات كاملة حول هذا الموضوع، وبقدر روعة الترابط الوظيفي المُمثل في الشكل (١٠,٤)، يصبح أكثر إذهالًا عند دراسة المستوى الأعلى منه في الهرمية، عندما تلتحم الوظائف الكثيرة ضمن غاية واحدة. حيث نجد من هذه النقطة المراقبة عالية المستوى، أنّ التركيب الضوئي بكامل تعقيده المذهل ليس سوى وظيفة واحدة من الوظائف الكبرى التي تحتاجها البكتيريا الزرقاء لتؤدي غايتها بكونها بكتيريا زرقاء. أخيرًا تقوم جميع خطوط التجميع الجزيئية داخل خلية البكتيريا الزرقاء وجميع جيناتها المرافقة وداراتها التنظيمية بما تقوم به من أجل أن تتخذ البكتيريا الزرقاء مكانها بين الابتكارات الحية الرائعة المحيطة بنا (كلٌّ منها جيّدة جدًّا لدرجة أنّه من غير الممكن أن تكون على غير ما هي عليه). عند رؤية ذلك بهذا المنظور نجد أنّ التركيب الضوئي أحد تلك الابتكارات الصغيرة الفاتنة التي تخدم غايتها العليا بكفاءة عالية لدرجة تجعلها خفية تقريبًا.

إن صعقنا دهشةً من قدرة البكتيريا الزرقاء على صنع السكر من ضوء الشمس والهواء والماء، وهذا ما يفترض أن يحدث، حاول تخيّل ردّة فعل مناسبة لحقيقة أنّ البكتيريا الزرقاء تنشأ من المكوّنات الطبيعية الخام ذاتها[١]! فهي تصنّع السكر فقط كخطوة نحو صنع كلّ شيء آخر فيها؛ أي: جميع الجزيئات مدهشة التعقيد التي يجب أن تحاك معًا لتشكل جميع النظم المعقدة والبنى الفائقة المذهلة المطلوبة لتكوين البكتيريا الزرقاء الحية.

---

(١) بالإضافة لضوء الشمس والهواء والماء يستدعي هذا المشروع الأكبر آثارًا من معادن مختلفة والموجودة في المياه الطبيعية جميعها.

أمر يحير العقول.

من بعد ذلك نرى أنّ مركبة (Tavros 2) الرديئة غير جديرة حقًّا لمقارنتها مع البكتيريا الزرقاء البسيطة ناهيك عن الدلفين العظيم، ولكن رغم ذلك نجد أنّ المكوّنات الطبيعية الخام مثل الرمل والمعادن الخام والبترول الخام أصبحت على هيئة (Tavros 2) فقط نتيجة مساعدة بارعة من آلاف البشر في مئات المصانع من مختلف الأنواع. ومع كامل الاحترام، إلا أنّ هذا الابتكار البشري لا يقوم سوى بالقليل جدًّا مقارنةً بالجهد البشري المبذول لتصنيعه، ومقارنته مع البكتيريا الزرقاء قوية بما يكفي. فبعبقرية ذات مذهلة نجد أنّ مخترع هذه الأعجوبة الحية وهبها القدرة على تصنيع البكتيريا الزرقاء بأنفسها! أي: بمجرّد تكوين البكتيريا الزرقاء الأولى، بغض النظر عن كيفية حدوث ذلك، صنّعت بقية البكتيريا الزرقاء كما هو الحال تمامًا اليوم (من الهواء وضوء الشمس والماء).

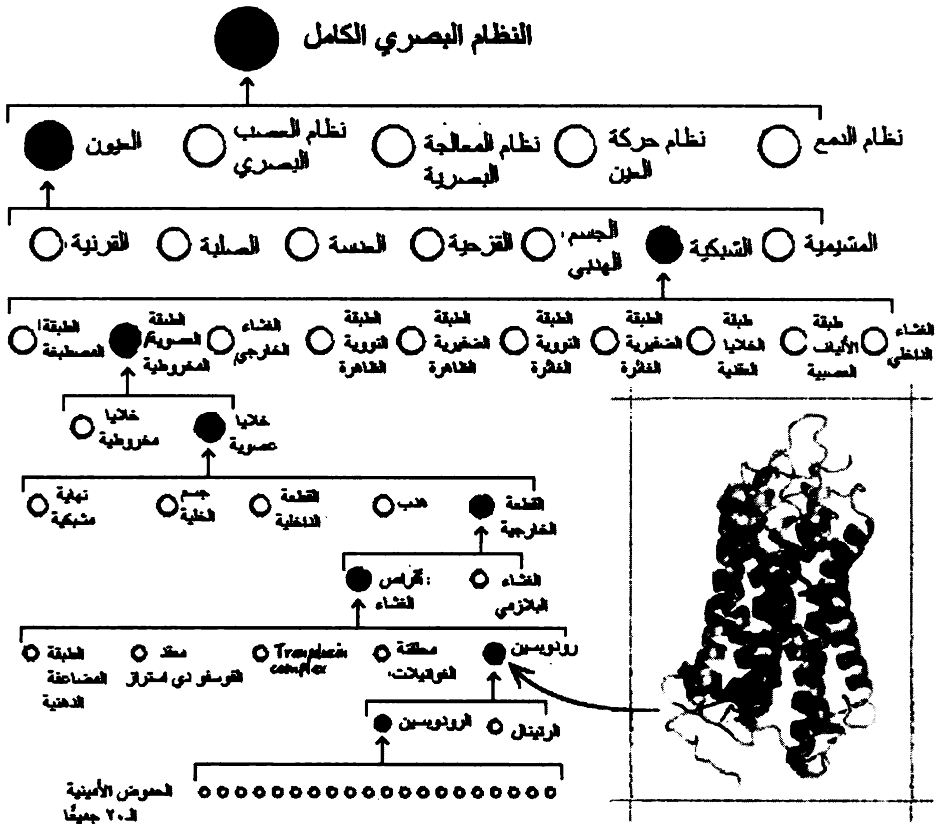
يحار العقل هنا أيضًا.

الترابط المُعزّز

ثبت أن البكتيريا الزرقاء كلية نشطة مذهلة ومثيرة للإعجاب وذلك بإنجازها مشروعًا كاملًا مذهلًا بسهولة واضحة ـ أي: تصنيع البكتيريا الزرقاء، وبهذه الحال، من المستبعد أن يكون العنكبوت الكادح والسلمون البطل وحوت الأوركا الرشيق غير ذلك. فشعور الهيبة والإعجاب من هذه البكتيريا الزرقاء المتواضعة ليس إلا البداية.

سأتركك تتذوق التعقيد الرائع الكامن في الجوانب المألوفة من الحياة الأرقى، تتبعت في الشكل (١٠,٥) فرعًا واحدًا من النظام البصري عند الثدييات، من قمة الهرمية الوظيفية نزولًا إلى مستوى الجزيئات الصغيرة. تكمن الفكرة هنا أيضًا في مجرّد رؤية الهرمية الوظيفية المعقدة التي تدعم وظيفة الرؤية دون الحاجة لفهمها، ومهما كان اختيارنا لعرض هذه الهرمية ـ كيفما كانت دقة تقسيم المستويات أو المكوّنات التي تشغل كلّ مستوى ـ تظل هذه الهرمية بحدّ ذاتها حقيقية جدًّا، ومذهلة للغاية.

كل ما فعلناه حتى الآن أننا لامسنا الموضوع فقط، ليس من جهة السعة فقط بل أيضًا في العمق. فالحقيقة أنّ الكائنات الحية مترابطة وظيفيًّا بمفهوم أكثر عمقًا ممّا هي عليه الابتكارات البشرية، فكلّ ما في حوت الأوركا مسخّر كليًّا وبروعة من أجل الغاية العليا في كونه حوت أوركا، وكلّ خلية في الجسم تعزز الجسم وتتعزّز بالجسم. فالابتكارات الحية كليات من نمط الكل أو لا شيء، ملتزمة تمامًا بأن تكون ما هي عليه، فالجسم حيّ ومزدهر عند عمل كامل أجزائه، أو ميّت ومضمحل عند توقفها، وغير البشر والحيوانات التي نميل لذكرها، لا يتخلّف كائن عن التردد بين هذين الحدّين.



شكل (١٠,٥) فرع من الهرمية الوظيفية التي تدعم وظيفة البصر في الثديّات. تشير الدوائر المصمتة إلى المكوّن الذي اختير في كلّ مستوى لتوسيعه في المستوى التالي.

لتصوّر التعقيد الكامل للهرمية تخيّل أنّ كلّ دائرة غير مُوسّعة قد وُسّعت لتعطي شجرة مقلوبة ضخمة جدًّا (الجذع في الأعلى مع خمسة فروع رئيسية ينقسم كلّ واحد منها إلى فروع ثانوية كثيرة وهلمّ جرًّا). البروتين الموضّح في الشكل هو الرودوبسين (rhodopsin)، وهو بروتين يحمل جزيئًا واحدًا من فيتامين أ يمكن مشاهدته في الوسط. عندما يمتص جزيء فيتامين أ فوتونًا ضوئيًّا باللون المناسب يتبدّل شكله مما يؤدي لتغيير شكل الرودوبسين بكامله. يطلق هذا سلسلة من الاستجابات تتعاظم على هيئة إشارات عصبية يتم إدراكها كضوء. رغم أنّ هذه السلسلة تتحرّض بفوتون واحد إلّا أنّ نظام المعالجة البصرية يُصفّي الإشارة لكبت إدراك الضوء إلّا إذا حدثت عدة من أحداث الامتصاص خلال زمن قصير في ذات المنطقة من الشبكية. يحتاج البشر لحوالي عشرة أحداث امتصاص فوتونية لإدراك الضوء، بينما بإمكان القطط والبوم رؤية الضوء الناتج عن بضعة فوتونات فقط!

في حين أن السيارات والهواتف الذكية وروبوتات البركة ليست موحّدة كليًّا في عمليّاتها، فهي تتعطل فعلًا عند تعطل أحد مكوّناتها الرئيسية ولكن في معظم الحالات تبقى بقية المكوّنات غير متأثرة بذلك العطل، وسبب ذلك أنّ البشر لا يصنّعون كليات من قبيل الكل أو لا شيء؛ بل نصنّع أشياءً جزءًا بجزء وبعدها نركّب الأجزاء ضمن مجموعة كلية، ويصنّع كلّ جزء ويفحص باستقلالية تبعًا لمواصفاته الخاصة وبالفعل يستمر اختبار واستبدال كثير منها دوريًّا حتى بعد إدخالها في المجموعة الكلية. أما الحياة فليست على هذا المثال أبدًا، فبطريقة ما تلعب الابتكارات الحية دورًا رئيسيًّا في بناء أنفسها والمحافظة على نفسها بطريقة يصعب تخيلها، فتصنّع وتحبك جميع أجزائها معًا بانسجام ضمن المجموعة، فالحياة ليست إلا مجموعة.

ويحار العقل هنا أيضًا.

بعكس الابتكارات البشرية تعدّ الابتكارات الحية مجموعات من نمط الكل أو اللاشيء، وكلّ خلية في الجسم تحافظ على الجسم ويُحافظ عليها بالجسم، فالحياة ليست إلا مجموعة.

التفكر في الأحماض الأمينية

فهمنا من التجارب المخبرية التي نوقشت في الفصلين السادس والسابع أنّ التعديلات الجزيئية الداروينية ليست ماهرة أبدًا في ابتكار بروتينات جديدة، ورأينا في هذا الفصل كيف يعمل الترابط الوظيفي بعمق عبر النظم البيولوجية المبنية من بروتينات. إلى الآن ربما كانت أظهرت هذه البروتينات مشاكل منفصلة لعمليات البحث التطوّرية العمياء: مشكلة إيجاد بروتينات جديدة، ومشكلة إيجاد ابتكارات مفيدة معتمدة على البروتينات. إلا أن أصل المشكلة في كلا الحالتين يكمن في استحالة إيجاد الترابط الوظيفي الضروري بوساطة عمليات البحث العمياء، لأنّ البروتينات، بكونها ابتكارات جزيئية، تظهِر ترابطًا وظيفيًّا مذهلًا بحد ذاتها.

يُساعدنا الشكل (١٠,٦) في فهم معنى الترابط الوظيفي في سياق سلسلة بروتينية مفردة. تمكننا مخطّطات الشرائط مثل المخطط المعروض في يسار الشكل من رؤية مكان تكوين الهيئتين المعتادتين اللتين تميزان جميع البروتينات المنطوية: حلزونات ألفا (موضّحة بشكل ملتف) أو شرائط بيتا (موضحة على شكل أسهم). لكنّ ذلك الوضوح البصري يأتي على حساب التبسيط المفرط بعكس ما يوضّحه التمثيل بالعصي الأكثر دقة فيزيائيًّا على يمين الشكل. من بين العصي يمكننا بقليل من الجهد تمييز نسخة مسنّنة من المسار الجميل الذي يرسمه الشريط على يسار الشكل، ولكن نرى أيضًا أشياءً فوضوية من الملحقات قاتمة اللون بارزة من هذا المسار في جميع الاتجاهات، ومن العجيب أن الترابط الوظيفي في هذا البروتين يكمن ضمن تلك «الفوضى» المعقدة وينطبق ذات الأمر على كلّ بروتين منطو آخر.



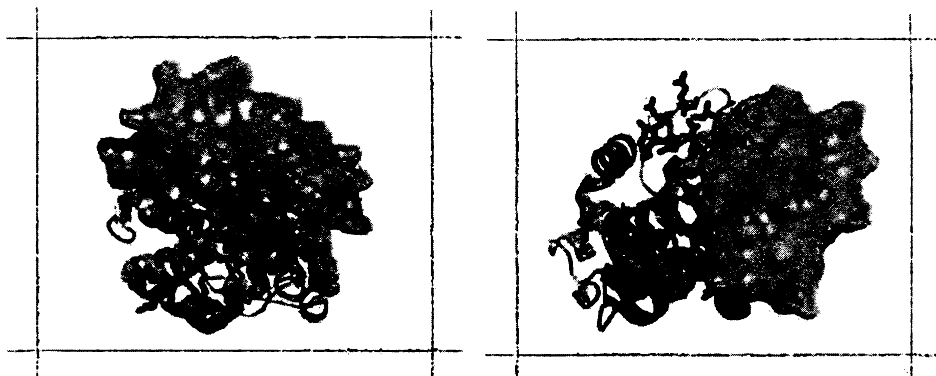
شكل (١٠,٦) دور ملحقات الأحماض الأمينية في تكوين بنى البروتين. تصف الصور الثلاث جزءًا من البروتين الأصغر من البروتينين المكوّنين لإنزيم التركيب الضوئي الرودوبسين (موضّح في الجانب الأيمن السفلي من الشكل ١٠,٤). الصورة في الوسط عبارة عن دمج لمخطط الشرائط (اليسار) والتمثيل بالعصي (اليمين).

كما تعلمنا في الفصل الثالث، الاختلاف في أنواع الملحقات هو ما يُميّز الأحماض الأمينية العشرين، وما يبدو كفوضى في أعيننا هو في الواقع ترتيب رائع لملحقات الأحماض الأمينية على طول كامل البروتين مما يمنحه بنية ثلاثية الأبعاد ثابتة عوضًا عن أن يكون سلسلة طويلة رخوة. وبترتيب الملحقات المتسلسلة بهذا الأسلوب المعين تصبح متلائمة بشكلٍ أكثر سهولة ضمن الهيئة المطوية بدلًا من تقلبها العشوائي في السائل الخلوي، وهو ما يحصل في التسلسلات العشوائية للأحماض الأمينية، ودون هذه الهيئات المطوية بدقة لن تستطيع بروتينات الحياة أداء وظائفها الحيوية[١]

فما هو مقدار روعة ترتيبات الأحماض الأمينية التي تؤدي لانطواء سلاسل البروتين؟ هذا ما خططت لقياسه في المشروع التجريبي الذي وصفته

(١) يُشير مُصطلح البروتينات المُضطربة جوهريًا (*intrinsically disordered proteins*) لفئة من البروتينات التي تستغل جزئيًا (أو كليًا) الحالة غير المطوية لأداء وظائف بيولوجية محدّدة. تتطلّب الوظائف النوعية دائمًا درجة من خصوصية تتالي الأحماض الأمينية، ولكن قد يكون هذا أقل بالنسبة لهذه البروتينات الأقل بنيوية، وعلى أيّ حال بما أنّ كامل الحياة معتمدة بالتأكيد على عدد كبير من البروتينات المنطوية بدقة، فهي محور اهتمامي، والحجج والأدلة التي أعرضها بخصوص البروتينات المطوية لا تتأثر بوجود بروتينات لا تنطوي.

في بداية الفصل الخامس[1]، كان هدفي في ذلك العمل هو قياس احتمالية أن تكون الأحماض الأمينية ذات ترابط وظيفي، وذلك بأسلوب شبيه لتقدير احتمالية الحروف والبكسلات في الفصل التاسع. بدأت بإنشاء أشكال مختلفة كثيرة من الإنزيم المعطّل للبنسيلين الذي وصفته في الفصل السابع (الذي يمكن تحسينه بالانتخاب لأنّه كان يعمل بالأصل كإنزيم فعلي). بدّلت في كلّ شكل مجموعة من عشرة ملحقات ـ تمثّل عنقودًا ـ ببدائل عشوائية كما هو موضّح في الشكل (١٠,٧). يمكنك التفكير في الملحقات ضمن العناقيد كالحروف أو البكسلات ضمن مجموعات: يجب أن تعمل الأجزاء بالمستوى السفلي معًا لإنتاج شيء مترابط. تمثلت الفكرة في تقييم ذلك الترابط بتحديد مدى صعوبة أن يصبح التنسيق العشوائي للملحقات مترابطًا وظيفيًا بدرجة ترابط الملحقات الأصلية التي استبدلتها؛ أي: أن يكون الترابط كافيًا فقط كي يعمل الإنزيم.



شكل (١٠,٧) عنقودان من العناقيد الأربعة المؤلفة من عشرة ملحقات للأحماض الأمينية التي وزعتها عشوائيًا من أجل قياس ندرة الترابط الوظيفي موضحان في الصورة اليسرى؛ بينما عرض العنقودان الآخران في الصورة اليمنى. يتألف إنزيم البيتا لاكتاميز من سلسلة بروتينية مفردة بطول ٢٦٣ حمضًا أمينيًا، وتنقسم بنيته الكاملة بصريًا إلى قسمين يسمّى كلّ واحد منهما مجالًا (domain)، ويبدوان كوحدتين مستقلتين في بنية البروتين. ركّزت على المجال الأكبر من بين هذين المجالين والذي يتألف من حوالي ١٥٣ حمضًا أمينيًا، وعرض هذا المجال كمخطط شرائط مع الملحقات العشوائية على هيئة عصي. عرض المجال الآخر بتمثيل سطحي.

(١) D. D. Axe, "Estimating the Prevalence of Protein Sequences Adopting Functional Enzyme Folds," *Journal of Molecular Biology 341 (2004): 1295-315.*

بمجرّد تحديد ذلك تجريبيًّا للعناقيد الأربعة الموضّحة، كانت الخطوة التالية حساب مدى استحالة تطوّر ذلك الترابط الوظيفي الأدنى بالصدفة، ليس فقط في تلك العناقيد الأربعة بل في جميع العناقيد المطلوبة لانطواء البروتين. قمت بذلك بتحويل نسبة الأشكال الطافرة الفعالة في كلٍّ من التجارب الأربعة إلى احتمالية وسطية للترابط الوظيفي للحمض الأميني الواحد، ثمّ ضاعفت تلك الاحتمالية لتقدير الأرجحية لجين كامل العشوائية يمتلك الترابط الوظيفي المطلوب لتكوين بنية تدعم وظيفة الإنزيم، وكما قلت في بداية الفصل الخامس كانت النتيجة صاعقة، فمن بين الجينات الممكنة المُرمّزة لسلاسل بروتينية بطول ١٥٣ حمضًا أمينيًّا، يتوقّع أن هنالك فقط حوالي واحد من مئة ترليون ترليون ترليون ترليون ترليون ترليون يرمز لسلسلة تنطوي بما يكفي لأداء وظيفة بيولوجية! على الرغم من الصعوبة التي يلاقيها الروبوت الباحث عن الضوضاء.

الذي ذكرناه في الفصل السابع في إيجاد مُدرّج المباريات، إلا أنّ إيجاد ابتكار بيولوجي أكثر صعوبة بكثير من ذلك حتّى عند المستوى المتدني لحالة بروتين مفرد. فقد قدّرنا أنّ ضوضاء المُدرّج الرياضي قد تغطّي جزءًا من مئة ألف جزءٍ من سطح الأرض، إلا أن النتيجة هنا ترسم صورة أكثر كآبة. عوضًا عن سطح الأرض كفضاء بحث، جرّب تصوّر كرة بحجم الكون المرئي (بقطر ثمانية وعشرون بليون سنة ضوئية) وعوضًا عن هدف يغطي ستة آلاف كيلومتر مربّع، جرّب تصوّر هدف بحجم ذرة الهيدروجين! الآن هذا هو الهدف الذي يمكننا التغاضي عنه باعتباره ضائعًا في الفضاء![1]

---

(١) البحث الناجح عن بروتين منطوي بهذا الحجم ليس بعيد الاحتمال بصورة مذهلة للغاية، لذلك لا نستطيع أن نقول أنّه مُستحيل فيزيائيًّا، ولكن يمكننا القول أنّه مُستحيل بيولوجيًّا تبعًا لمعيار مايكل دنتون (Michael Denton) المُحدّد بـ١ × ٤٠، وبما أنّ ابتكار البروتينات يُعدّ مسألة بيولوجية، لذا يكون معيار دنتون ذو صلة بهذه المسألة، إلا أنّ هنالك اختلاف بسيط لأنّ الابتكارات التصادفية التي تحتاج لبروتينان جديدان فقط مُستحيلة بكلا المقياسين.

بقدر اقتناعي بإبداع طيّات البروتين بحدّ ذاتها لكن لا أريد ترك انطباع بأنّ كامل عبقرية الحياة تكمن في البروتينات. فهي بالتأكيد ليست كذلك فقط، كما يوضّح الشكلين (١٠,٤) و(١٠,٥) فإن الترتيب الذكي للأحماض الأمينية لتشكيل بروتينات فعّالة ليس سوى ملمح من التصميم الفاتن للحياة، وهو يحتل مرتبة منخفضة نسبيًا في الهرمية الوظيفية في تصميم الحياة.

لكن بينما يعدّ ابتكار أشكال حياة جديدة من غير شكّ ممارسة عالية المُستوى مقارنة بابتكار أشكال بروتينية جديدة، إلا أنّ تلك الممارسة عالية المستوى تبدو بحاجة لممارسة بارعة عند المستوى الأخفض. ومن المفاجآت العظيمة التي تجلّت من مشاريع تحديد تسلسلات الجينومات هي الجينات الفريدة، وبالتالي البروتينات الفريدة الموجودة في كلّ شكلٍ للحياة ومن بينها الأشكال التي لا تبدو لنا مختلفة إلا قليلًا. مثلًا اختبرت مجموعة من العلماء الألمان حديثًا التسلسلات الجينومية لست عشرة سلالة من البكتيريا الزرقاء في مسعى لتمييز جميع الأنواع المميزة اعتمادًا على الجينات التي تحتويها تلك السلالات[١] بما أنّ جميعها من الجراثيم الزرقاء، قد تعتقد امتلاكها المجموعة ذاتها من الجينات، ربّما مع جين إضافي هنا أو جين مفقود هناك. وجد العلماء أنّها تشترك بمجموعة عامة من ٦٦٠ جينًا، ولا يعني هذا أنّ هذه الجينات مُتطابقة بين السلالات بل متشابهة بما يكفي لنكون متيقنين تمامًا أنّها ترمّز لبروتينات تنطوي معطية البنية العامة ذاتها وتؤدي الوظيفة البيولوجية ذاتها. لكنّ المفاجئ أكثر هو النتيجة التي توصلوا إليها بأنّ هنالك حوالي ١٤٠٠٠ جينًا مميزًا للسلالات

---

(١)
C. Beck et al., "The Diversity of Cyanobacterial Metabolism: Genome Analysis of Multiple Phototrophic Microorganisms," *BMC Genomics* 13 (2012): 56.

المفردة! بمتوسّط ٨٦٩ جينًا مميزًا لكل سلالة، وهذا يجعل من تلك السلالات الجرثومية مختلفة جينيًّا أكثر من كونها متشابهة، رغم التشابهات الخارجية العامة.

تتراوح نسبة الجينات الخاصة بالنوع من نوع إلى آخر ولكنّ يبدو أنّ وجودها بعدد ضخم صفة مميزة لكامل الحياة، وليس فقط البكتيريا الزرقاء. نقلًا عن ملخص لورقة بحثية اختصاصية حديثة: «يُشير تحليل الجينوم المقارن إلى أنّ كلّ مجموعة تصنيفية درست حتّى الآن تمتلك ١٠ ـ ٢٠٪ من الجينات التي تفتقر لمماثلات أو مشابهات (homologs) معروفة في الأنواع الأخرى»[١] بعبارة أخرى، يمتلك كلّ نوع كثيرًا من الجينات التي تبدو للوهلة الأولى الوحيدة من نوعها (مختلفة عن أيّ جين يوجد في أيّ مكان). يشير العمل الدؤوب لإيجاد بنيات البروتينات المرمّزة بتلك الجينات إلى أنّ ثلثيها تبيّن أنّه يُماثل بروتينات معروفة سابقًا، والثلث الباقي بقي جديدًا تمامًا[٢] لذلك يبدو أنّ نشوء فئات جديدة من الحياة يتطلّب نشوء جينات وبروتينات جديدة، ومرة أخرى لا يعني هذا أبدًا أنّهما متكافئان؛ بل يعني فقط أنّ الأول يستلزم الآخر بلوازم عميقة، فكما يعد إتقان التهجئة والمفردات الخطوة الأولى نحو إتقان الكتابة، فكذلك يعد إتقان تصميم البروتين أيضًا مجرّد خطوة أساسية نحو إتقان تصميم الحياة، بالتالي نجد أنّ فكرة عجز التطوّر الأعمى عن إتقان هذه الخطوة الأساسية تؤدي لبطلان التطوّر. وبالنتيجة تصديق قصة التطوّر يعني تصديق شيء أقل منطقية من إصابة هدف كيونا الكوني (نقطة ذرية في كرة بقياس الكون) مرة بعد مرة بالتوالي عند إسقاط نقاط تحت ذرية إسقاطًا أعمى.

يجب ألا يصدق أحدٌ هذا.

---

(١) K. Khalturin et al., "More Than Just Orphans: Are Taxonomically Restricted Genes Important in Evolution?" *Trends in Genetics* 25, no. 9 (2009): 404-13.

(٢) L. Jaroszewski, "Exploration of Uncharted Regions of the Protein Universe," *PLoS Biology* 7, no. 9 (2009): e1000205.

ما استنتجنا صحّته عن الابتكارات عمومًا (عدم إمكانية حدوثها بالصدفة) يزداد يقينًا في الابتكارات المدهشة التي نراها في الحياة، وما أدركناه في نهاية الفصل السابق (بأنّ عجة البيض ضائعة تمامًا في فضاء احتمالات المطبخ) يمكننا الآن توسعته ليشمل جزيئات البروتين في فضاء احتمالات الأحماض الأمينية، وما يصحّ بالنسبة للبروتينات يصحّ أكثر بالنسبة للنظم العليا التي تستعمل البروتينات لوظائفها مثل التركيب الضوئي والرؤية، ويزداد صحةً أكثر بالنسبة للكائنات الكاملة التي تحتل أعلى مُستوى، حيث تندمج الوظائف العديدة ضمن غاية واحدة. وتمامًا كانعدام التعليمات والقصائد ورسائل الحب في جبال الخبط العشوائي على لوحة مفاتيح الحاسوب (QWERTY) التي يمكن الوصول إليها بعمليات البحث العمياء، كذلك يكون الأمر في الحياة. صُنع هذا النشاط الذي ندعوه **الحياة** هو عمل فريد جدًّا وفذّ لا يمكن صنعه إلا بشيء متقن ومتصورٍ بجودة استثنائية. فكلّ شكل جديد من الحياة هو ابتكار متقن بحد ذاته، مجسد لنسخته المُميّزة من الترابط الوظيفي في أعلى مستوياته.

لا أتصوّر هذه الابتكارات المبدعة الزاحفة والمتسلقة والسابحة والمحلقة والمزهرة والمنقبة والخدّاعة والمندفعة والملتفة والمبوّغة والهاربة والمقاتلة إلا ناشئة من حكمة الإلٰه، وكل ما عدا ذلك غير منطقي[1]، فاحتلال كلّ واحدٍ

---

(١) قد يفضّل بعض القرّاء نسبة ابتكار الحياة الأرضية إلى حياة عالية الذكاء من كوكب آخر. المشكلة الأولى في هذا، إن كانت مُحاولة لتجنّب الإيمان بالإلٰه، هي أنّ هذه النوابغ الخارقة الافتراضية يجب أن تكون ابتكرت على يد خالق حكيم، وفي النهاية لا مجال لتجنّب الحقيقة بأنّ الحياة الكوكبية الذكية الأولى يجب أن تكون خلقت بواسطة ذكاء خارج الكون والراجح أن يكون الخالق هو الإلٰه. تتمثل المشكلة الثانية في الاستحالة المُطلقة بأن يخلق أحد العقل سوى الإلٰه (نقطة ستستأنف في الفصل الثالث عشر). من بعد عرضي لبرهاني الآن، لن أتردّد بأن أطلق على المُصمّم الذكي اسم الإلٰه ابتداءً من هذه النقطة، لكن أريد التأكيد على أنّني أتكلّم عن نفسي، وليس بالنيابة عن أفراد المجتمع المنتسبين للتصميم الذكي.

منها مكانته الفريدة الخاصة في عقولنا يعكس بالتأكيد واقع أنّها مُنحت مكانتها الخاصة في مصنع الحكمة السامية تلك. فليس هنالك شيء بلا معنى، ولا تمتد فكرة لتحفة ما نحو الأخرى كما لو أن الأفكار المُبدعة يمكن خلطها كالدهان. وحري أن نذهل لاختيارنا لنشهد العجائب الحية لهذا المصنع، نحن القيمون على ورشاتنا التي نعمل فيها على مشاريع أحقر بكثير. بل حري أن نذهل أكثر من قدومنا من ذلك المصنع. ومن بين جميع العجائب التي سكنت الأرض، نحن الوحيدون المدفوعون للوقوف والتحديق، لنستوعب كامل هذا المشهد (خمسة مقادير إلهام ومقدارًا واحدًا من الذهول) ونتأمّله، متيقّنين بأنّ لا شيء فيه بالصدفة.

لقد كان الأطفال مُحقين طوال الوقت.

الفصل الحادي عشر

الرؤية والإيمان

لم تكن الحجة العلمية العامة التي بنيناها هي الدافع الوحيد للدفاع عن حدسنا بالتصميم؛ بل الصورة الأكبر أيضًا. لأن كل شيءٍ يبدو في مكانه الملائم، ويتميز البشر عن باقي الكائنات الحية باعتبارهم النوع الوحيد الذي يبحث عن الحكمة والمعرفة ـ النوع العاقل (ومن هنا أتت تسميته العلمية: الإنسان العاقل *Homo sapiens*)، وإذا أريد لنا أن نكون واعين فإننا نعي بالتأكيد هذه الإرادة، وهي حالنا فعلًا. فقبل بدء تعليمنا الرسمي، نُتقن العلم البسيط في تفسير خبراتنا اليومية، فينتج هذا العلم في عقولنا الصغيرة حدس التصميم الشامل، وبموافقة الأهل أو عدم موافقتهم، نعلم بالفطرة أن عجائب الحياة جيدةً على نحو بارزٍ جدًّا في كونها ما هي عليه ـ العناكب كونها عناكبًا، والحيتان كونها حيتانًا ـ بحيث أنه لا يمكن وجودها إلا لأن شخصًا ما قد خلقها لتُعبّر عن غاية في أن تكون ما هي عليه، وإذا كنت ترى أن هذه الفطرة تكمن في القلب أكثر من العقل قبل أن تبدأ قراءة هذا الكتاب، فآمل أن تكون رحلتنا قد صححت لك خلل التوازن.

هل هناك شيء غير متلائم؟ سؤال مهم لا بدّ من طرحه عندما نعتقد أننا قد وصلنا إلى فهم صحيح لموضوع جدليّ، وهو ليس سؤالًا يبحث عن الكمال بل سؤالٌ يبحث عن التناقض. وكما سنرى في نهاية الفصل، فإنّ الإقرار بأن العلوم أثبتت التصميم في الحياة لم يجب عن الأسئلة العلمية المهمة فقط؛ بل فتح لنا الباب لوضع مفهوم صحيح في البيولوجيا ـ وهو بابٌ سُدَّ وأوصد لأكثر من قرن، وبالكاد بدأ التحدي الفكري العظيم لبناء مفهومٍ

صحيح دام انتظاره طويلًا (بعد اصطفاف المفكرين أمام هذا الباب بأعداد كبيرة)، ولا بأس بذلك أبدًا.

والهدف الأول لهذا الفصل هو ببساطة النظر إن أغفلنا أي حقيقة لا تتسق بطريقةٍ ما مع هذه الصورة المترابطة لعالم مُصمَّم. وإذا لم نُغفل أي شيء، فهدفي التالي سيكون إعداد خبراء بالعلم العام ـ مثل القارئ ـ ليقفوا بثباتٍ في عالم يبذل فيه بعض خبراء العلوم الاختصاصية جهدهم لصدّ الآخرين.

وبدايةً سننظر إلى الذين عملوا تحت لواء الماديّة، والتي هي (ولا غرابة في ذلك) راية الداروينية.

المنظر من المدرجات

وفقًا للصحفي بول روزينبرغ، الذي يكتب لمجلة الصالون، «قد تزداد الأمور سوءًا للخلقيين بسبب طرح جيريمي إنغلاند (Jeremy England) (أستاذ شاب من MIT) نظريةً تعتمد على الديناميكا الحرارية (الثيرموديناميك)، وتبين أن انبعاث الحياة ليس مجرد صدفة بل هو ضرورة»[١] يعني روزينبرغ بالضرورة: أنها حتمية فيزيائية وبالتالي فهي أمر عادي وغير مميز، ويبدو أن إنغلاند يعتقد هذا الرأي الذي يقلل من أهمية نشأة الحياة، حيث يقول: «تبدأ بمجموعة عشوائية من الذرات، وإن ألقيت عليها شعاعًا ضوئيًّا عليها لفترة كافية، يجب ألا تفاجئ أنك حصلت على نبتة»[٢] وكما يحدث هطول المطر، كذلك تحدث الحياة.

ماذا نفهم من هذا؟ وعلى الأخص ما الذي يجب فعله إذا شعرت يقينًا أن أستاذ MIT هذا مخطئ، لكنك تعلم أنك لن تستطيع فهم حجته أبدًا؟

---

(١) Paul Rosenberg, "God Is on the Ropes: The Brilliant New Science That Has Creationists and the Christian Right Terrified," *Salon*, January 3, 2015, www.salon.com/2015/01/03/god_is_on_the_ropes_the_brilliant_new_science_that _has_creationists_and_the_-christian_right_terrified.

(٢) Quoted in Natalie Wolchover, "A New Physics Theory of Life," *Quanta*, January 22, 2014, www.quantamagazine.org/20140122-a-new-physics-theory-of-life/.

يمكنك البحث في الإنترنت لإيجاد أشخاص من حملة الدكتوراه يفندون حجته، لكن هنالك غالبًا أشخاص من حملة الدكتوراه يفندون المخالفين أيضًا، وهكذا. وفي نهاية المطاف لا يستفيد الشخص محدود الخبرة من هذا الأخذ والرد سوى معرفته بأنّ بعض الخبراء على الأقل يقفون على الجانب الآخر.

لكن إذا لم تنتمي الأمور الحاسمة في هذه المناقشة إلى العلوم الاختصاصية بل إلى المنطق العام والعلم العام، كما ادعيت أنا، فإن هذه الصورة لغير العلماء كمتفرجين في حدث رياضي - حيث يرتدي معظم اللاعبون الرداء الدارويني - ستكون خاطئة تمامًا. فعندما يتعلق الأمر بالتفكير الحدسي البسيط، فإننا نقف جميعًا على أرض سواء والجميع مؤهل للعب.

عدم إمكانية تصور الابتكار بالصدفة

بنزول علماء العلوم العامة من مقاعد المتفرجين إلى ساحة اللعب، فإنّ النصيحة الأكثر أهمية لهم والتي يجب أن يحفظوها هي المثل الشهير «ابق عينيك على الكرة»، فقد وصلنا على ما يبدو إلى حجة حاسمة تكمن في جملة: **إن الترابط الوظيفي يجعل الابتكار بالصدفة غير محتمل جدًّا وبالتالي فهو مستحيل ماديًّا**. لا يمكن حدوث الابتكار بالصدفة، وهذه هي الكرة، وإن التلهي بأي دفاع عن النشأة بالصدفة لا يجيب عن هذه الحجة يعدّ صرفًا لأعيننا عن الكرة. بل نتساءل إن كان هناك دراسة واحدة ستقنعنا بخطأ هذه الحجة.

بل كيف ستبدو هذه الدراسة؟ هل يمكن أن نكون مخطئين في نسبة الترابط الوظيفي إلى النظم البيولوجية؟ أستطيع تصور أن بعض الناس يظنون أن هذا غير صحيح، لكن هذا يعود إلى جهلهم فقط. ومن المؤكد أن الجهل بضرورة الترابط الوظيفي ضمن الخلايا قد وجد عند بعض بيولوجيي عصر داروين، حيث قال البيولوجي الألماني إرنست هيغل في كتابته عام ١٨٦٨م (بعد تسع سنين من نشر كتاب أصل الأنواع) الكلام التالي حول الأحياء المائية الدقيقة التي صنفها تحت عنوان الوحدانات (Monera):

«الوحدانات التي تعيش في الماء هي أبسط الكائنات الحية المعروفة على الإطلاق، وهي بنفس الوقت أبسط الكائنات التي يمكن تصورها، فهي جسيمات حية (living corpuscles) صغيرة جدًا، وبالمعنى الدقيق للكلمة لا تستحق اسم كائن حي (organism) على الإطلاق. حيث أن نيل الكائنات الحية لقب كائن نابع عن فكرة أن كل جسم طبيعي حي مكون من أعضاء، من أجزاء مختلفة، تلائم بعضها البعض وتعمل سويةً (كالأجزاء المختلفة لآلة صنعية)، لإنتاج أفعال الكائن الكلية. لكن خلال السنوات الأخيرة تعرفنا على الوحدانات، وهي كائنات غير مركبة من أي أعضاء أبدًا؛ بل تتألف كليًّا من مادة بسيطة متجانسة عديمة الشكل. والجسم الكلي لإحدى هذه الوحدانات، خلال حياتها، ليس أكثر من كتلة صغيرة متحركة عديمة الشكل من المخاط أو المادة اللزجة، المؤلفة من تركيبة زلالية من الكربون. لا نستطيع تصور كائنات أبسط أو أقل كمالًا»[١]

كما قد تخمن فإن البكتيريا الزرقاء (cyanobacteria) ـ المعجزة المعقدة ذات آلية التركيب الضوئي التي صادفناها في الفصل العاشر ـ من ضمن أنواع البكتيريا التي أشار إليها هيغل هنا، وقد أخطأ خطًا جسيمًا حول بنيتها الداخلية، ولا يمكن عذر خطئه بعدم معرفة أحد آخر أكثر من ذلك في ذاك الزمن، فقبل مائتي سنة لاحظ أنطوني فان ليفينهوك، أحد رواد المجهر الضوئي ومؤسس علم الأحياء الدقيقة، الحركة المدعومة بالطاقة المعقدة للعديد من الأنواع الجرثومية في الماء[٢] أضف إلى هذا مشاهدة الانقسام الخلوي الجرثومي، وكذلك الإثبات الحاسم من لويس باستور بأن الجراثيم لا تأتي إلا من الجراثيم ـ وهي أمور مكتشفة قبل ١٨٦٨م ـ ولا عذر لهيغل أن يُفَوت حقيقة حدوث عمليات بارزة داخل هذه المخلوقات الصغيرة، وأدنى

(١) Ernst Haeckel, *The History of Creation*, vol. 1, Project Gutenberg, www.gutenberg.org/files/40472.

(٢) C. E. Dobell, *Antony van Leeuwenhoek and His "Little Animals"* (New York: Harcourt, Brace, 1932).

جزء من هذه العمليات ينبغي أن تجعله يقرّ بأنها أكثر تعقيدًا بكثير من الآلات الصناعية التي ذكرها ـ الساعات والمحركات البخارية وما شابهها.

رغم هذا الخطأ الفادح، يُظهر الاقتباس أن لدى هيغل فكرة صحيحة عن الترابط الوظيفي، ويتضح ذلك في وصفه هرمية المكونات التي تعمل سويةً لتشكل كلّية وظيفية، وما غاب عنه هو الاقتناع بأن الوظائف المعقدة لا تتحقق أبدًا **دون** ترابط وظيفي. لا يخطئ أي شخص مهتم بالبيولوجيا هذا الخطأ حاليًّا، فأحد الموضوعات المشهورة في البيولوجيا الآن لدرجة لا تخطئها العين هي أن الكائنات الحية نزولًا إلى الجراثيم طافحة بالأنظمة التي تبدي ترابطًا وظيفيًّا من الأعلى نزولًا إلى مكوناتها الجزيئية.

أما بالنسبة للصلة بين الترابط الوظيفي وعدم الاحتمالية الهائلة، فلدينا مرة أخرى شيءٌ يمكن التغاضي عنه لكن لا يمكن دحضه، ومن المثير للاهتمام أنّ أحد أعتى المدافعين عن الداروينية في الزمن الحالي، ريتشارد داوكنز، لم يتغاضَ عنها. فالفصل الأول في كتابه «صانع الساعات الأعمى» عام ١٩٨٦م معنون بـ«تفسير ما ليس محتملًا جدًّا»، حيث يصف هذه الصلة بالتالي:

> «مهما كثرت الطرق التي يمكن أن تكون بها حيًّا، من المؤكد أن هناك عددًا أكبر بكثير لأن تكون ميتًا أو غير حي. قد ترمي الخلايا سويةً عشوائيًّا مرارًا وتكرارًا لبليون سنة، ولا تحصل في أي مرة على كتلة تطير أو تسبح أو تحفر أو تركض أو تفعل أي شيء، حتى ولو بشكل سيئ، بحيث تفسر ولو من بعيد أنها تعمل للبقاء حية»[١]

ينطبق نفس المبدأ تمامًا على المستويات فوق الخلية وتحتها. الهياكل العظمية المترابطة نادرة في الترتيبات العشوائية للعظام لدرجة الاستحالة، وكذلك المخططات الجسدية في الترتيبات العشوائية للأعضاء، والآلات الجزيئية في الترتيبات العشوائية للبروتينات المطواة، والبروتينات المطواة في

---

(١) Richard Dawkins, The Blind Watchmaker: Why the Evidence of Evolution Reveals a Universe Without Design (New York: Penguin, 1988), 9.

الترتيبات العشوائية للأحماض الأمينية. وفقًا لتحليلنا لا توجد أي إمكانية لتجمع أي من هذه الابتكارات بالصدفة؛ بل تتطلب جميعها وجود البصيرة.

ما زال داوكنز يعتقد أن الانتخاب الطبيعي يمكنه القيام بعمل البصيرة، لكن معرفتنا أصحّ، ومن المثير للاهتمام أن كلماته نفسها تشير إلى الفجوة الفسيحة في نظرية داروين، التي رأيناها في الفصل السابع. لا يحصل الانتخاب الطبيعي إلا بعد أن تنتظم الخلايا في طرق تعمل للمحافظة على حياة الكائن الحي، فلا يمكن أن يكون الانتخاب السبب لهذه الانتظامات المذهلة. وقد فَشِل تفسير داروين المبسط، ولا يقف ملايين الأتباع إلا على افتراضه البالي.

حجارة الطريق الممهدة التي يعتقد هؤلاء الأتباع أن الحياة انتقلت عليها سريعًا من واحدة إلى أخرى لا يفسرها الانتخاب الطبيعي بالتأكيد. بل يخطو الانتخاب على أشكال موجودة مسبقًا، بحيث لا يفسر الأشكال بحد ذاتها؛ بل بدرجة أقل الظروف المهندسة المعقدة التي كانت ضرورية لهذه الأشكال كي تتصل عبر السلالات المنحدرة. ولا تزول المشكلة أبدًا؛ لأن استحالة الابتكار بالصدفة تكمن في الجذر، ولأن كل شكل جديد من الحياة يصعد إلى ابتكار جديد ذي مستوى أعلى، فإن نشأة شكل الحياة الجديد الألف لا تقل تعقيدًا بالمصطلحات الداروينية من نشأة شكل الحياة الأول. فحتى لو افترضنا تشكل حشرة أولى بطريقة ما ـ دون محاولة تفسير ذلك الآن ـ ما تزال كلّ الحشرات التي لا حصر لها والمختلفة جوهريًّا عن الحشرة الأولى ابتكارات من مستويات عليا جديدة. الابتكارات المُكَوِنة المشتركة بين الحشرات سيكون لديها ممثلاتها الخاصة في الحشرة الأولى، لكن عددًا كبيرًا من هذه المكونات سيعدل جوهريًّا ليلائم كل حشرة جديدة، وهو عمل فذٌّ بحد ذاته في إعادة الهندسة، ناهيك عن مجموعة كبيرة من المكونات الجديدة التي لا بد من اختراعها من الصفر. وفي النهاية، يعد كل مكون جديد في الحياة بمثابة ابتكار جديد مدهش، وبما أن السمة المميزة الأساسية للابتكار هي الترابط

الوظيفي ـ الذي لا يمكن أن يفسر كنتيجة للصدفة ـ فإننا نرى بحقٍّ كل شكل حيوي على أنه عمل متميز.

فالصدفة خارج إطار الصورة. والأحجار الممهدة للسبيل الذي يصل هذه الأعمال المميزة إما أنه شيء ملفق من خيال القاصّ، أو هي دليل على أن الإله قد حول العالم أحيانًا إلى مصنع ابتداع نانوي مذهل. فلا بديل عن وجود البصيرة، فإما أن حجارة الطريق الممهد كانت جزءًا من البصيرة أو أنها ليست شيئًا أبدًا. وعبقرية الحياة ليست في محل شك، والسؤال الوحيد هو كيف عملت عبقرية الحياة.

لأن كل شكل جديد من حياة بمثابة ابتكار جديد ذي مستوى أعلى، فإن نشأة الشكل الجديد الألف من الحياة ليست أكثر قابلية للتفسير بالمفاهيم الداروينية من نشأة الشكل الأول من الحياة.

تسريح إنغلاند

أعود إلى إنغلاند ـ جيرمي إنغلاند ـ وهدفي تحرير القراء من اعتمادهم على الخبراء. لا أعني اقتراح أن محدودي الخبرة يجب أن يتجاهلوا جدالات الخبراء. فإن متابعة هذه الجدالات لها مكافأة حتى لمراقب غير مختص، وذلك بمعرفة كيفية سير الأمور في الوسط الأكاديمي، وهذا أمر يستحق عناءه. لذا في حين آمل أن يستطيع كل قارئ أن يقول لِماذا لا يمكن أن تكون معادلة إنغلاند: (ضوء + ذرات عشوائية + زمن = نبات حي) معادلة صحيحة، أعتقد أن القارئ سيكون مهتمًّا أيضًا بمعرفة كيف يرى أحد رواد الكيمياء في العالم هذه الفكرة عن الحياة ونشأتها من الصدفة الكيميائية.

وأقصد جيم تور (Jim Tour) أستاذ الكيمياء والهندسة النانوية في جامعة رايس، والذي التقيته بعد أن ألقى عرضًا تقديميًّا مذهلًا في لقاء في جامعة بايلور عام ٢٠٠٩م. والطريقة الأفضل التي أستطيع وصف دراسته بها هي

القول: إنه هو وفريقه يصنعون بالذرات ما يصنع الأطفال بمكعبات لعب التركيب. إذا كنت تعتقد أنني أمزح، جرب البحث في غوغل عن السيارة النانوية (nanocar) أو سيارة السباق النانوية (nanodragster).

عندما يصل الأمر إلى أن نفهم، من التجربة المباشرة، صعوبة جلب الذرات سويةً لتشكيل أجهزة جزيئية، فهنالك القليل ممن يستطيع مجاراة جيم تور في هذا. وأنا نفسي لا أستطيع مجاراته بالتأكيد، وأنا واثق تمامًا أن جيرمي إنغلاند لا يستطيع مجاراته كذلك. مع كامل احترامي لإنغلاند ونظريته، من المثير معرفة ماذا يعتقد تور في الثقة التي يبديها كثيرٌ من العلماء بلا مبالة في ما يبدو من قدرة العمليات الطبيعية غير الموجهة على بناء أجهزة جزيئية معقدة.

لحسن الحظ ليس علينا التخمين، إذ يقول تور عن فصل المنتجات المفيدة عن المنتجات غير المفيدة بعد كل خطوة في إجراء تصنيع معقد (ومن دون ذلك سيفشل الإجراء):

> «إذا سأل بعض من يجهل مسائل الجزيئيات: كيف تبتكر الطبيعة تفاعلات بهذه النقاوة المرتفعة، فإن الجواب غالبًا: «تنتقي الطبيعة هذه التفاعلات». لكن ما الذي يعنيه ذلك لعالم الكيمياء الاصطناعية؟ ماذا يعني الانتخاب؟ حتى تنتقي لا بد من التخلص من كل المواد التي لم يتم انتقاؤها. ومن أين تأتي كل المواد البدئية المطلوبة؟ وكيف يعرف ما الذي ينتقى إذا لم يحصل تقييم للاستفادة وهذا لا يكون إلا بعد خطوات عديدة؟ التفاصيل مذهلة، وتثبت التعليقات التافهة عدم نضج فهم السذج غير المدربين»[١]

بعبارة أخرى، الشيء الوحيد الذي يثبته الناس عندما يفترضون إمكانية حصول هذه الأشياء بالصدفة هي أنهم يجهلون ما يتكلمون عنه.

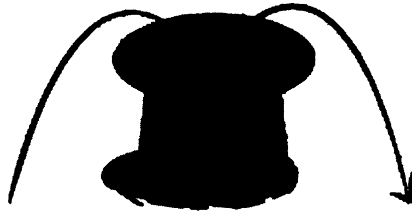
---

(١) Quoted by permission from a pre-edit version of J. M. Tour, "Why Is Everyone Here Lying?" *Inference: International Review of Science* 2, no. 2 (2016).

من أجل المناسبات التي لا يكون لديك فيها شخص مثل تور إلى جانبك، هناك طريقة بسيطة يمكنك أن تختبر بها الأدلة المفترضة على عمل الابتكارات بالصدفة. فكر بخدعة سحب أرنب من قبعة فارغة، ما يجعل هذه الخدعة مسلية هو ما يبدو لنا بأننا نشهد أمرًا مستحيلًا. نعلم أن الأرنب لا يمكن أن يخرج من قبعة إلا إن دخلها أولًا، ورغم ذلك يتكون لدينا انطباع أنه لم يدخل شيء باستثناء اليد التي خرجت وهي ممسكة بالأرنب الآن. يبدو ذلك مثل السحر، من حيث هذا الانطباع المباشر، لكننا متأكدون من منظور أوسع أنه مجرد وهم، حتى إن لم يكن لدينا أي فكرة عن كيفية إنجاز الخدعة. ففي النهاية إن كان أي شخص قادرًا بحق على إيجاد أشياء من العدم، سيجد طريقة أكثر إنتاجية لاستعمال هذه القوى الخارقة من مجرد العمل بالترفيه.

انطباع السحر وقدرتنا على تحليل هذا الانطباع بهذه الطريقة (بفحص الصورة الأكبر) سيساعدنا في معرفة حقيقة الإثباتات المفترضة لقوة التطور. فكر بالقبعة كصندوق فكري أسود يحيط ويحجب كل الأعمال الداخلية لهذه الإثباتات. كما في خدعة الأرنب، استراتيجيتنا هي مقارنة ما دخل بما خرج، دون الاهتمام بما حصل في الداخل. خلال فعل ذلك، يجب أن ننتبه خاصةً إلى المعرفة بسبب دورها الأساسي في الابتكار (الشكل ١١,١).

السؤال الأول الذي يجب طرحه عن الإثبات هو إن كان مظهره يوحي بحصول المستحيل. فإن لم يكن كذلك فمن البين أنه لا يتناول حجتنا. إن زعمنا بسيط جدًّا وينطلق من ملاحظة أننا نعرف بحدسنا عدم إمكانية حصول الابتكار بالصدفة، ونعتقد أننا وصلنا الآن إلى فهم راسخ لسبب صحة هذا الحدس.



ما الذي دخل؟	ما الذي خرج؟	هل هو سحر؟
يد **أرنب ويد**	يد ممسكة بأرنب يد ممسكة بأرنب	نعم! لا : أمر دبره الساحر
حساء الأبجدية وحرارة	حرارة وتعليمات في حساء الأبجدية	نعم!
حساء الأبجدية وحرارة	حرارة وحساء الأبجدية	لا : لم يدبر شيء
ضوء وذرات عشوائية **فيزيائي**	نبات فيزيائي لديه نظرية عن نشأة الحياة	نعم! لا : أمر صنعه الفيزيائي
كوكب عديم الحياة **إلٰه وكوكب عديم الحياة**	كوكب يعج بالحياة إلٰه وكوكب يعج بالحياة	نعم! لا : أمر من صنع الإلٰه

الشكل (١١,١) استعمال قبعة الساحر لاختبار الادعاءات. الجميل في هذا المنهج أنه لا يجب عليك أن تعلم ماذا حصل داخل القبعة؛ بل تسأل ببساطة إن كان يمكن تفسير ما خرج (التأثير النهائي أو المحصلة) من حيث ما دخل. الأمثلة مقدمة بأزواج لإظهار كيف تتطلب صحة النتيجة صحة التعرف على المدخلات والمخرجات. لاحظ أنه فقط إذا حصل أمرٌ يتطلب معرفة ولم يوجد ذات عارفة، نستنتج حصول السحر.

كي يعارض شخص ما هذا الرأي يجب أن يثبت بطريقة ما أن الحدس والحسابات التي تأكد أن الأمر مستحيل ليست مستحيلة، وأي شخص لا يتظاهر على الأقل بصنع ذلك لم يفهم ما هو المطلوب إثباته.

من بين العديد من الإثباتات التي صادفتها على مدى الثلاثين سنة الماضية، لم يجتز أي منها اختبار العلاقة بهذا الموضوع، ولم يقل أحد «انظر! لقد وجدنا طريقة لحدوث المستحيل!» بل يقدمون أمثلة معتادة، حيث تنجح عمليات البحث التي يراد لها أن تنجح أو حيث ينجح التوجيه الانتقائي

عند افتراض نجاحه، وبقيامهم بذلك يتجاهلون حقيقة أن الابتكار بالصدفة يتطلب عمليات بحث غير محتملة بشكل مذهل لكي ينجح. وبما أن هذا الزعم غير قابل للتصديق، فهذا الذي يجب أن يثبتوه. وماذا إن فعلوا ذلك؟ حسنًا، سيكون إثباتهم أول حالة سحر مثبتة علميًا، وصحيحة رياضيًّا في العالم. وحتى بعد ذلك، أعتقد أننا سنجد من المستحيل غريزيًّا ألا ننسب النتيجة إلى ذات عالمة غير مرئية، مما سيترك حدسنا بالتصميم سليمًا.

التسول (أو عدمه)

سنستعمل مثالين لتدريبك على استعمال القبعة بنفسك. المثال الأول هو حجة قدّمها ريتشارد داوكنز في كتابه «صانع الساعات الأعمى»، حيث بدأ برنامج حاسوبي بتسلسل عشوائي من ثمانية وعشرين حرفًا وفراغات وانتهى بالسطر الشكسبيري: بدا لي كابن عرس (METHINKS IT IS LIKE A WEASEL)، افتراضًا عبر التطور. لنتجاهل كيفية عمل البرنامج للحظة من أجل رؤية كيفية عمل القبعة. في هذه الحالة، بما أن داوكنز كان جزءًا من الإثبات بنفس درجة اشتراك حاسوبه، فقد دخل كلاهما؛ هو وحاسوبه إلى القبعة، وبعد مدة من الوقت (لا أهمية لمقدارها)، خرج بعبارة (METHINKS IT IS LIKE A WEASEL) مكتوبة على حاسوبه، فهل يجب أن يدهشك أي شيءٍ من الوهلة الأولى؟ من الواضح أن الجواب هو النفي. لا شيء غير مألوفٍ في شخص مع حاسوب ينتج جملة مكتوبة. الجمل التي تظهر بشكل سحري في حساء الوحي ستذهلك (بكلمة ملطفة)، لكن ذلك أمر آخر تمامًا.

لقد كان ذلك سهلًا.

والآن وبعد أن قامت القبعة بعملها، يمكن زيادة معرفتك بنظرة سريعة للداخل. صمم داوكنز برنامجه لإجراء خطوتين بسيطتين بشكل متكرر. كانت الخطوة الأولى إنتاج نسخ كثيرة من التسلسل الأصل، بدءًا بالتسلسل العشوائي، مع أخطاء طباعية عرضية فيها. في الخطوة الثانية، كانت تقارن كل نسخة بالجملة الهدف (METHINKS IT IS LIKE A WEASEL)، وكانت

تنتقى النسخة الأكثر احتواءً للحروف الصحيحة، وإن كانت قليلة، لتكون الأصل في صنع وجبة جديدة من النسخ وهكذا. بعد حوالي أربعين جولة من ذلك، وجد تطابقًا تامًّا.

عرف داوكنز أن هذا ليس تطورًا عشوائيًّا بالطبع، وكان قصده ببساطة أن الانتخاب التراكمي، حيث يسمح بتراكم التعديلات قليلًا كل مرة، ويمكن أن يقوم بما لا يمكن إنجازه أبدًا دفعة واحدة. بعباراته: «إذا كان هنالك طريقة تعد فيها قوى الطبيعة العمياء الشروط الضرورية للتراكم الانتقائي، يمكن أن تكون النتائج مذهلة ورائعة»[1] ولا خلاف على ذلك، لكن تقتضي الافتراضات المذهلة والرائعة غالبًا نتائج مذهلة ورائعة، أليس كذلك؟

مرة أخرى، ما نصوره هنا شبكة كثيفة من أحجار الطريق الممهدة الطبيعية التي حصل أن اصطفت بطرق تجعل الانتخاب يسلك طرقًا تمتلك البصيرة بصورة استثنائية، وقد كشفنا هذه الخدعة من قبل. فأحجار الطريق التصادفية المؤدية إلى هذه الوجهات اللامحتملة جدًّا هي بحد ذاتها غير محتملة أبدًا. وإذا رغبنا في دليل إضافي على عدم حصول هذه المصادفات الاستثنائية أبدًا بالصدفة يمكننا أن نشكر داوكنز لتزويدنا بهذا الدليل. لا صعوبة في تخيل حاجة عملية تستدعي سطرًا من مؤلفات شكسبير ـ أو ربما واجبًا منزليًّا. لكن عندما نذكر ذلك، نرى مباشرة أن السطر التالي من الكلام المبهم (الذي قدمه دوكينز على أنه التسلسل المنتقى الأول) لا يحقق هذه الحاجة:

WDLTMNLT DTJBSWIRZREZLMQCO P.

وبالطبع تحقق التسلسلات غير الذكية حاجات أخرى على حٍّ سواء، مثل كلمة سر طويلة أو رسائل مشفرة. لكن ما لا يمكن تصوره هو سلسلة أصيلة من هذه الاحتياجات غير المترابطة التي صدف أن اصطفت بطريقة توصل تسلسل داوكنز العشوائي إلى عبارة (METHINKS IT IS LIKE A WEASEL).

---

(١) Dawkins, The Blind Watchmaker, 49.

لن يحصل ذلك بالصدفة بالتأكيد، وهو ما اضطر دوكينز ليصف أحجار الطريق بنفسه. إلا أنه بطريقة ما يعتقد أن الشبكة المعقدة غير المحتملة لأحجار الطريق الضرورية لتطور الحياة قد اصطفت بالصدفة، وبطريقة ما يعتقد أن إثباته العادي جدًّا يجب أن يقنعنا بزعمه غير المعقول أبدًا.

نحن أعقل من ذلك. قد تؤدي أحجار الطريق الطبيعية إلى وجهات مذهلة ورائعة في تخيلاتنا، لكن العالم الحقيقي مختلف، فلا شيء يصبح مفيدًا أو رائعًا إلا إذا وجد الترابط الوظيفي بأسلوب جيد، ومهما كانت الأشياء المفيدة التي يمكن أن يقدمها العالم الطبيعي بتدبير حسن، فإن الترابط الوظيفي ليس من بينها.

بعد قرابة عشرين سنة من إثبات داوكنز أتى شخص آخر يستحق الذكر، حيث أعلن هذا الشخص على غلاف مجلة «ديسكفر» ما يلي: (اختبار داروين ـ علماء في ولاية ميتشيغن يثبتون عمل التطور)[١] وما يفترض أنه تطور كان دالة حسابية، لذا سيحتاج القارئ قليلًا من المعرفة الاختصاصية لفهم ما الذي خرج من القبعة. وفي لحظات سأظهر كيف تصمد قاعدة القبعة حتى دون هذه المعرفة، لكن دعوني أولًا أؤكد لكم أن: الدالة الوظيفية التي نتجت كانت بدائية جدًّا بحيث أنها لا تستحق الانتباه فضلًا عن زعم أنها تطورت[٢] لذا وبما أن علم الحاسوب كان أحد الكفاءات التي أدخلها العلماء في المشروع، لدينا مرة أخرى حالة خرج فيها شيء من القبعة لا يعد استثنائيًّا، على الأقل باعتبار ما دخل فيها.

رغم ذلك، هنالك ناحية واحدة من هذا الإثبات قد تبدو معارضة لنتيجتنا حول الترابط الوظيفي، على الأقل من النظرة الأولى. تتطلب الدالة الخارجة في هذه الحالة حوالي تسعة عشر تعليمًا من تعليمات الآلة الأولية

---

(١) *Discover*, February 2005.

(٢) كانت الوظيفة المطوّرة هي وظيفة التساوي التي تقارن رقمي إدخال ثنائيين (binary input numbers) وتعطي رقم ١ عندما يتطابق الرقمين و0 عند عدم تطابقهما. انظر:
R. E. Lenski et al., "The Evolutionary Origin of Complex Features," *Nature* 423 (2003): 139-44.

حتى تنتظم في كُلية نشطة، ولم يقدم الباحثون هذا الترتيب وفق الطريقة التي عمل بها داوكنز. ويبدو أن ذلك يوحي بإنتاج ترابط وظيفي عبر هذه المحاكاة التطورية.

ما رأينا في ذلك؟ أولًا، تذكّر أن زعمنا ليس عجز العمليات العمياء عن إنتاج أي ترابط وظيفي تمامًا بل عجزها عن إنتاجه بكميات لازمة لإحداث ابتكارات مفيدة. وقد رأينا مُسبقًا ظهور كميات صغيرة جدًّا من الترابط الوظيفي بطريق الصدفة، كما عندما ظهرت كلمة حبر (ink) في نصف صفحة من الطباعة العشوائية أو عندما تصادف أن التجميع العشوائي لأربعة بكسلات كان ذا ألوان مختلطة. يمكن رفع ذلك قليلًا بتمحيص العشوائية على مجال أوسع، فأنا أكتب الآن برنامجًا للقيام بهذا الأمر للطباعة العشوائية ووجدت أن الكلمة الأطول هي (bobbled)، والتي تتضمن تسع ضربات مفاتيح مترابطة، متضمنة فراغين قبل وبعد الكلمة. لكن الزيادة في الترابط أتت بثمن باهظ، كما هو الحال دائمًا في عمليات البحث العمياء. لإيجاد هذه الكلمة السباعية المعزولة، كان على البرنامج أن يمحص عميقًا في أكثر من أربعة عشر ألف صفحة من الكلام المبهم!

لا يحتاج الابتكار الحقيقي إلى القليل فقط من الترابط الوظيفي بل إلى كميات كبيرة مرتبة في هرمية من المستويات، ولا يمكن أن يحصل ذلك بالصدفة ـ مهما كان نوع الابتكار. عمل الجرافة في تحريك أكوام الخردة في مكب نفايات مثلًا قد يؤدي بمسند كروي (ball bearing) ليسقط في تجويف وجد عرضًا أو يدفع عتلة لإيجاد مرتكز بسيط أو يجعل حبلًا يلتف حول أسطوانة، لكن لا تفعل هذه الانتظامات البسيطة أي شيء مهم كفاية لتكون أكثر من مجرد خردة. وحتى على تريليون تريليون من الكواكب المغطاة بالخردة لن يظهر روبوت بالصدفة ويستطيع تجنب الجرافة، ناهيك عن أن يجول في الأنحاء باحثًا عن أجزاء لبناء نسخة عن نفسه.

بمجرد فهم هذه الحقيقة الراسخة، تصبح فكرة المراوغة حول ما إذا كانت ضربات المفاتيح المترابطة التسعة أو تعليمات الآلة المترابطة التسعة

عشر يجب اعتبارها ابتكارات هامة مجرد فكرة تافهة. فكلاهما ضئيل تمامًا مقارنة بما ينجزه الناس عمومًا بالكلمات أو أكواد الحاسوب، ناهيك عن كل تلك الإنجازات الاستثنائية التي ندعوها الحياة.

هناك المزيد في هذه القصة، لكن للقادرين على التعمق أكثر. إذا كنت قادرًا على تحليل الإثباتات التي «تثبت عمل التطور» ستجد أن الباحثين أدمجوا ضمن نماذجهم التطورية في كثير من الأحيان معرفتهم لما هو ضروري للنجاح.

بعبارة أخرى يوجد غشٌّ هنالك، رغم أن الباحثين قد لا يفكرون به بهذه الطريقة. وبطريقة ما، من الصعب عدم الغش في هذه الإثباتات البسيطة. المشكلة هي أن الباحثين يعلمون كثيرًا، ويعلمون بالأخص كيف يجب إجراء البحث إذا لم تكن هنالك أي فرصة للنجاح، ولأنهم يريدون نجاح البحث، فمن المستحيل أن يتجنبوا مساعدة البحث أثناء سيره.

مثلًا، اضطر العلماء الذين أعلنوا عن تطور الدالة الحسابية لموازنة كلفة التعليمات الجينية غير المفيدة في «كائناتهم» الرقمية بمكافأتها بما يتناسب مع حجم جينومها. كما رأينا في تجربة حجارة الطريق في نهاية الفصل السابع، تتصرف الحياة بشكلٍ مختلف جدًّا، حيث تعد الجينات التي لا تعمل عبئًا ثقيلًا، وليس لدى الطبيعة برنامج محفز لكي تعوض هذا العبء. عرف العلماء الذين قاموا بالمشروع الحسابي ذلك لكنهم رغم ذلك استعملوا نسخة غير طبيعية مطلقًا من الانتخاب، فقط ليحصلوا على النتيجة التي يرغبونها. هناك حالات إضافية أخرى من التوجيه التي وثقت في هذه الدراسة وفي عدة إثباتات أخرى تزعم أنها تثبت عمل التطور[١].

---

(١) أولى الأوراق البحثية التالية عبارة عن تحليل البرهنة التي قدّمتها ديسكفر (*Discover magazine*: W. Ewert, W. A. Dembski, and R. J. Marks II, "Evolutionary Synthesis of NAND Logic: Dissecting a Digital Organism," in *Proceedings of the 2009 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics)* Piscataway, NJ: IEEE Press, 2009), 3047-53; G. Monta7ez et al., "A Vivisection of the ev Computer Organism: Identifying Sources of Active Information," *BIO-Complexity*, no. 3 (2010): 1-6; W. Ewert, W. Dembski, and R. J. Marks II, "Climbing the Steiner Tree: Sources of Active Information in a Genetic =

لكن معظمنا لا يستطيع التعمق، وإذا لم نكن نفهم حتى ما خرج من القبعة فكيف يفترض أن نقرر إن كان يبدو كالسحر؟ كما قلت سيصمد اختبار القبعة حتى في هذه الحالة. بدلًا من السؤال عما إذا كان الإثبات يبدو كالسحر، اسأل نفسك إن كان يبدو كالسحر للأشخاص الذين يفهمونه. هل يتصرفون كما لو أنهم وجدوا ينبوعًا للابتكار؟ هل يرتجف الخبراء من الذهول؟ هل يتصارع المستثمرون ليحصلوا على نصيب من الكعكة؟ هل تصرف شركات التقانة موظفيها الأذكياء، مقتنعين بأن البصيرة البشرية أصبحت غير ضرورية؟ أم هل كانت الاستجابة خافتة أكثر؟

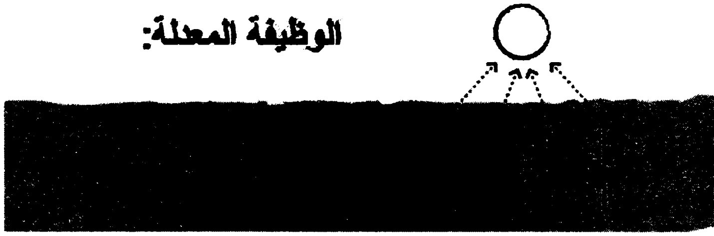
انظر بالأخص إلى العلماء الذين قدموا الإثبات. هل يتشبثون بعملهم اليومي - كما يفعل السحرة؟ إذا كان الأمر كذلك، فهذه دلالة أكيدة على أنهم لم يسحبوا حقًّا أرنبًا من قبعة فارغة.

مطلوب توظيف متلاعب

آلة داروين التطورية فاشلة على نحو كامل كباحثة عن الابتكارات، لكن كما رأينا في الفصل السابع، يستفاد منها بعض الأحيان كمتلاعب، وقد أثبت ذلك بالمثال الذي وصفته حيث حسّن إنزيم وظيفي ضعيف تحسينًا كبيرًا. كانت المرحلة البدئية مثالية: ابتكار تام، فيه كل المكونات الضرورية في مكانها وهي تعمل، لكنه ليس مضبوطًا ضبطًا تامًّا للأداء المثالي، ويتضمن الضبط إحكام العديد من التفاصيل الصغيرة، ولذا فإن أسلوب التجربة والخطأ هو الطريقة الأفضل لذلك غالبًا. في هذه الحالات، فإن التعديل الانتقائي نحو الأمثل (selective optimization) مفيد غالبًا، وهو عملية إحكام وضبط تنتقي مرارًا المتغاير الأفضل [الأمثل] بعد إدخال تغييرات طفيفة.

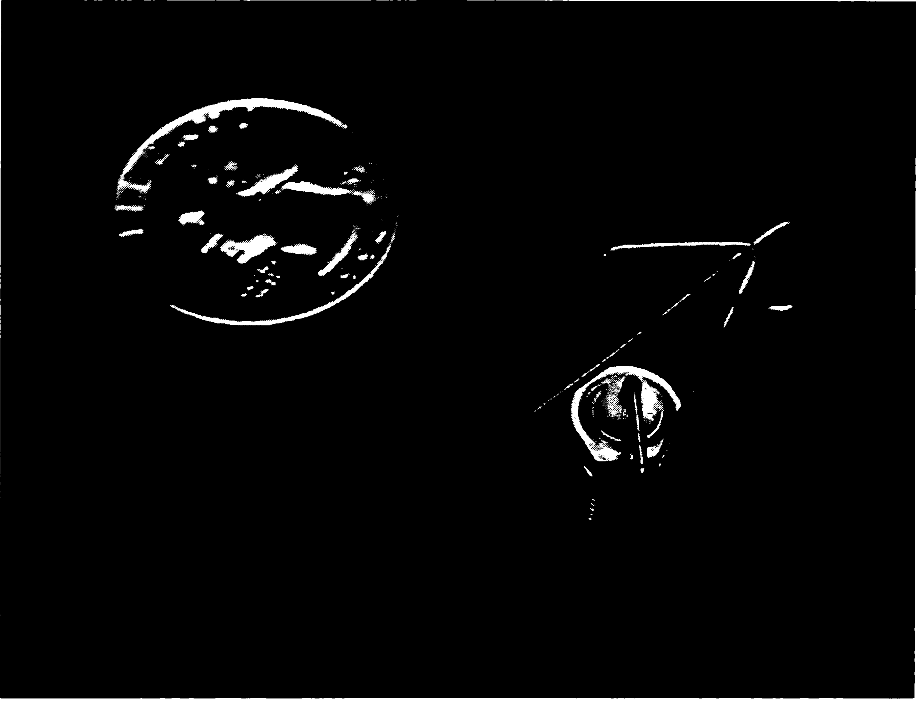
=Algorithm for Solving the Euclidean Steiner Tree Problem," *BIO-Complexity*, no. 1 (2012): 1-14; and W. Ewert, W. A. Dembski, and R. J. Marks II, "Active Information in Metabiology," *BIO-Complexity*, no. 4 (2013): 1-10.

يمكن أن تساعدنا صورة على رؤية أنه رغم أن التعديل الانتقائي نحو الأمثل مفيد إلا أنه لا يشبه الابتكار أبدًا، ويوضح التفاوت بين الشكل (١١,٢) والشكل (٩,٣) هذا الفرق. والأمر الأكثر أهمية كما تظهر التجارب الموصوفة في الفصل السابع، هو أن الأمثلة الانتقائية تعمل فقط على وظيفة موجودة مسبقًا. بعكس الوظائف ذات المستوى الأدنى في الشكل (٩,٣)، وأنواع الضبط المصورة في الشكل (١١,٢) لا تسبّب الوظيفة ذات المستوى الأعلى؛ بل تضبطها فحسب. ولن تكون هذه الوظيفة ذات المستوى الأعلى هنا لتضبط من دون وجود المكونات بترتيب مترابط وظيفيًا كمسبّب لهذه الوظيفة.



الشكل (١١,٢) العلاقة بين الضبط والوظيفة التي يؤثر فيها. تشير الأسهم المنقّطة إلى أن الوظيفة المعدلة ليست ناجمة عن التعديلات، بعكس الأسهم المصمتة في الشكل (٩,٣) لكن رغم ذلك، من الشائع أن تؤثر الضبوطات على الترتيب المعقد للأجزاء والذي يُعد السبب (غير مصور هنا) المهم جدًا.

مثلًا: استعملت ناسا التعديل الانتقائي نحو الأمثل للمساعدة في تصميم بعض الهوائيات، بما فيها الهوائيات الصغيرة الظاهرة في الشكل (١١,٣)، هذا الهوائي الذي لا يبدو أكثر من مشبك ورق منحنٍ عشوائيًا على قاعدة لولبية، حيث ثني في الأمكنة الملائمة لتمكينه من العمل جيدًا. أشكال الهوائيات ملائمة مثاليًا للتعديل الانتقائي نحو الأمثل لأن كل شكل يعمل تقريبًا بدرجة ما، مع ذلك فإن لعمليات الضبط الصغيرة تأثيرات يمكن قياسها.



الشكل (١١,٣) أحد الهوائيات الصغيرة التي صممتها ناسا بمساعدة التحسين الانتقائي الحاسوبي، انظر:
www.nasa.gov/centers/ames/news/releases/2004/antenna/antenna.html

نلاحظ أن هذا النوع من الأمثلة هو تطبيق فعلي للبصيرة البشرية أكثر من مجرد استبدال للبصيرة البشرية. فلن يصمم أي حاسوب هوائيًّا بالصدفة؛ بل يجب على المهندسين البشر الذين يعلمون كل شيء حول تصميم الهوائيات أن يمهدوا السبيل بدقة للأمثلة المحوسبة لتقوم تمامًا بما يريدونها أن تقوم به. بعبارة أخرى البشر هم من اخترعوا هذا الهوائي الصغير بجلب كل شيء مطلوب لتصميمه، بما في ذلك البحث الحاسوبي الذي يحسنه.

هذا يعني أن نشأة الهوائي تفشل في اختبار القبعة: ولا تبدو كالسحر بسبب تقديم الفهم الضروري بالطريقة المعتادة، لكن هذا الإدراك لا ينقص من قيمة الهوائي أو قيمة التحسين الانتقائي له، فكلاهما مفيد بالتأكيد. ولذلك يجب أن نتذكر دائمًا أن اختبار القبعة ليس اختبارًا للفائدة أو الصحة العلمية؛

بل هو اختبار لعلاقة الاستدلال على الابتكار بالصدفة، وفشل اختبار القبعة يظهر فقط أن الهوائي اختراع لم يظهر بالصدفة. فهو اختراع بالطبع ـ لكنه ليس بالصدفة.

قدّم فريق من العلماء من كورنل وجامعة وايومينغ مثالًا مسليًا أكثر يذكرنا بفلم من أفلام بيكسار (Pixar)[1] فكّر بتكويم مكعبات جيلو لتشكيل الأجسام الرجاجة التي تهرب من ملاعق الأطفال، ويمكنك تخيل باقي الصورة (الشكل ١١,٤). مثل ابتكارات بيكسار، توجد مخلوقات الجيلو هذه فقط في عالم يولده الحاسوب، لكن بعكس أقرانها في الأفلام، يجب أن «تتعلم» مخلوقات الجيلو هذه كيف تركض بطريقة التجربة والخطأ. بالاستفادة من البيولوجيا، استعمل مبتكروها من العلماء مكعبات من ثلاثة أنواع لتسهيل الركض. يتقلص النوع الأول ويتوسع بفعالية وبطريقة متناسقة، عاكسًا التقلص والانبساط المتناسق لعضلات الساق خلال الركض. تمتلك المكعبات من النوعين الآخرين أدوارًا بنيوية غير فاعلة، أحدهما صلب كالعظام، والآخر أكثر مرونة كالغضاريف.



الشكل (١١,٤) أسلوب الركض المتثاقل كمثال عن «روبوت طري»

إذا تم توليد نبضات في المكعبات بحيث تنبض كلها بنفس النبض (بعضها يتقلص عند النبضات الفردية والأخرى عند النبضات الزوجية) ستعتقد أنه حتى كتلة مكعبات عشوائية لديها فرصة معقولة في الاهتزاز بنفس

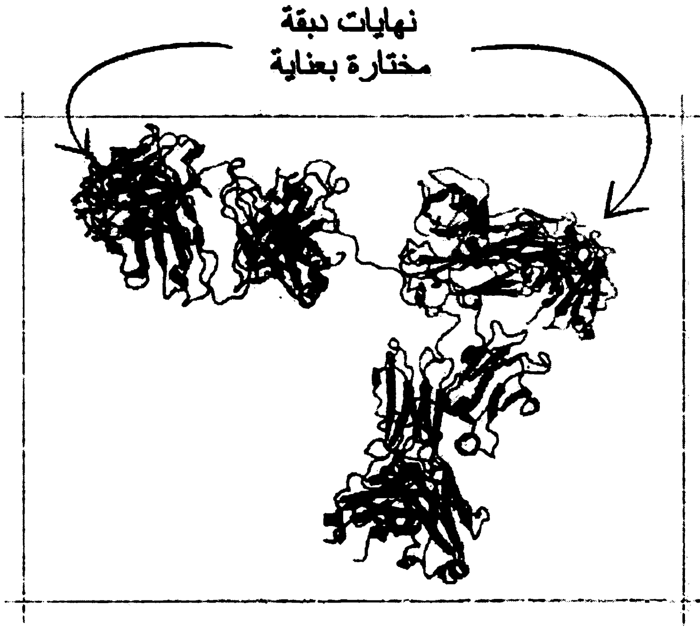
---

(١) N. Cheney et al., "Unshackling Evolution: Evolving Soft Robots with Multiple Materials and a Powerful Generative Encoding," GECCO '13, July 6-10, 2013, Amsterdam, The Netherlands.

الاتجاه، طالما تحوي عددًا جيدًا من مولدات النبضات. ربما ستقوم بذلك، لكنّ الحركة الأكثر فعالية تتطلب تنظيمًا غير عشوائي لأنواع المكعبات ضمن مناطق واسعة، كما هو مبيّن بالتلوين الغامق والفاتح في الشكل (١١,٤)، بأخذ تلميحات أكثر من البيولوجيا، فرض المخترعون قواعد للمناطق غير العشوائية. حيث استعملت الأمثَلة الانتقائية لتحسين الراكضين في شروط مفروضة. مثل هوائي ناسا، يظهر راكضي الجيلو كيف يمكن استغلال الأمثلة الانتقائية بذكاء ضمن سياق مشروع أكبر من تصور البشر وإنجازهم. لكن بقدر فائدتها تبدي المظهر المألوف لأداة في يد بشر مبتكرين ـ فهي تقنية واحدة من تقنيات أخرى لا تحصى اكتشفها البشر وحسنوها لتلائم غاياتنا الابتكارية.

من المثير للاهتمام أن البشر ليسوا أول من استخدم هذه الأداة؛ فللأمثلة الانتقائية تطبيق رائع في الحياة، والمثال الأكثر بروزًا هو عملية تحسين الأجسام المضادة (antibody) (يدعوه البيولوجيون نضج الألفة affinity maturation)، والذي يمارس دورًا مهمًّا في الجهاز المناعي لدى الفقاريات مثل البشر.

الجسم المضاد المبين في الشكل (١١,٥) مركب بروتيني ذو نهايتين «دبقتين» تشيران للخارج وتسهلان الاستجابة المناعية بالارتباط بالغزاة مثل الجراثيم والفيروسات. مزيج الزوائد الصغيرة المشاهدة على النهاية الدبقة القريبة يجب أن يذكرك بالمزيج الذي رأيته من قبل، في الشكلين (٣,٥) و(١٠,٦)، مرة أخرى، هذه الزوائد هي زوائد مكونة من الأحماض الأمينية، ومثل كل البروتينات نجد أن كامل الجسم المضاد مكسو بهذه الزوائد، ومعظمها غير مبين في المخطط الشريطي للشكل (١١,٥).



الشكل (١١,٥) البنية الجزيئية لجسم مضاد (**antibody**). تتجمع أربعة سلاسل بروتينية مطوية لتشكيل الجسم المضاد الكامل المبين هنا.

ندين أنا وأنت لهذه النهايات الدبقة، لأنها أنقذت حياتنا في مرات كثيرة فعليًّا، ففي كل مرة نصاب بعدوى، من الزكام إلى الخدوش الملتهبة، تلجأ أجسامنا إلى معدات عظيمة لمكافحة الغزاة المجهريين، والأجسام المضادة هي جزء أساسي من هذه المعدات لربح هذه المعارك. ومثل حزم الليزر التي توجه الصواريخ لأهدافها، تسم الأجسام المضادة الغزاة ليتم تدميرهم، والنوعية العالية للنهايات الشائكة هي ما يمكنها من القيام بهذا الوسم بفعالية كبيرة. ولتحقيق هذه النوعية تستعمل أجسامنا نسخةً رائعة جدًّا من الأمثلة الانتقائية، حيث تنتج بلايين الاختلافات على أفضل النهايات الدبقة التي تم العثور عليها مرارًا وتكرارًا، بحيث تستبدل النهايات الدبقة الأفضل سابقتها حتى الوصول إلى الحد الأقصى من التحسين. وإضافة إلى تميزها تحتفظ أجسامنا بالنسخ الأفضل من هذه النهايات الدبقة من كلٍّ من هذه المعارك بحيث يمكن نشرها بشكل أسرع في المرة القادمة التي نصادف بها نفس الغازي.

مرة أخرى لقد طبقت الأمثلة الانتقائية بدقة وتبصر كأداة ـ كجزء من ابتكار بارع (الجهاز المناعي التكيفي) ولا يمكن ظهوره بالصدفة. تثبت هذه الأداة قيمتها في كل حالة فقط عندما يستعملها شخص بذكاء بحيث يعرف ما يمكن فعله وما لا يمكن، وهؤلاء الذين يتقنون الانتخاب هم المخترعون، ولم يكن الانتخاب وحده أبدًا، ولن تنطلق أي أداة وتخلق عالمًا لوحدها، بالطريقة التي يعتقد داروين أن الانتخاب قام بها.

فكل شيءٍ متسق في مكانه الصحيح.

تثبت قيمة التعديل الانتقائي نحو الأمثل (selective optimization) أو الأمثلة الانتقائية فقط عندما يستعملها شخص بذكاء بحيث يعرف ما يمكن فعله وما لا يمكن.

عن اللغة والحياة

إذا كنت مهتمًّا أكثر في استكشاف النماذج التطورية، سأقدم لك أداة حسابية مجانية مطورة في المعهد البيولوجي تدعى ستيلوس (Stylus). كان غرضنا في تطوير ستيلوس هو خلق عالم نموذجي يلتقط السمات المهمة لعالم البروتينات الطبيعية. أردنا في المقام الأول عالمًا تحمل فيه الجينات تعليمات متسلسلة لصنع سلاسل طويلة، مثل الجينات البيولوجية التي تحمل تعليمات صنع سلاسل بروتينة طويلة، وكان هذا الجزء سهلًا. أما الهدف الأكثر صعوبةً فكان جعل هذه السلاسل الطويلة تنجز مجموعة كبيرة من الوظائف الفعلية بناءً على بنيتها، كما تفعل السلاسل البروتينية. أهمية الوظيفة الفعلية تكمن في أنها تلغي كل محاولات الإقناع بوجود الفاعلية عند **التظاهر** بأن التسلسلات وظيفية. في الحقيقة، الطريقة الوحيدة للحكم على الترابط الوظيفي هو بتبني كامل فكرة الترابط الوظيفي أي حدوث وظيفة ذات مستوى عالٍ.

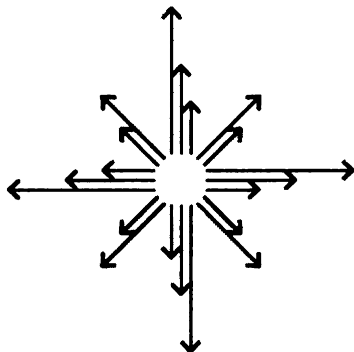
بعد التفكير في عدة احتمالات، اتفقنا على استعارة اللغة الممثلة في الشكل (١١,٦)، مثل كل اللغات المكتوبة، الكتابة الصينية وظيفية من حيث أنها مقروءة وذات معنى. وكما في كل الحالات، تأتي القدرة على القراءة من مدى جودة تشكيل المحارف. فاللغات المكتوبة تقدم الوصلة المرغوبة بين البنية (شكل الخط على الورقة) والوظيفة ذات المستوى العالي (نقل الأفكار من الكاتب إلى القارئ). لكن بما أن شكل الحرف الأبجدي لا يقوم بشيء سوى تحفيز التعرف على هذا الحرف، فإن شكل المحرف الصيني يستثير معنى في العقل (إذا كنت تقرأ الصينية). وهذا الأمر مشابه لحالة البروتينات، حيث تنجز كل جزيئية بروتينية وظيفة متميزة وفقًا لتفاصيل بنيتها.



الشكل (١١,٦) مثل البروتينات، يجب تشكيل المحارف الصينية بشكل ملائم لكي تعمل. وتذكر أن المقصود أن تكون المقارنة عامة لا خاصة، فنرى تشابهًا قريبًا هنا بين تعقيد حركات المحرف وتعقيد مكونات البروتين. يظهر كلًا من البروتينات والمحارف الصينية تغايرًا كبيرًا في التعقيد من فرد لآخر.

تتذكر من الفصل الثالث أن الكود الجيني البيولوجي يصف كيف تستعمل الخلايا المعلومات المتسلسلة في الجينة لربط الأحماض الأمينية بالترتيب الصحيح لصنع بروتين، والخدعة تكمن في قراءة أسس الدنا بمجموعات ثلاثية، كل ثلاثة أسس في المرة الواحدة؛ أي: على شكل كودونات أو رامزات. وقد استعملنا نفس الخدعة لستيلوس. فالجينات في عالم ستيلوس تبدو مثل تمثيلاتنا الأبجدية للجينات البيولوجية ـ أي: تسلسلات طويلة من الحروف الأربعة A, C, G, T ـ لكن بدلًا من تعيين سلاسل أحماض أمينية، تعين جينات ستيلوس سلاسل مؤلفة من متجهات (vectors).

تأخذ المتجهات العشرين مكان الأحماض الأمينية العشرين كما هو مبين في الشكل (١١,٧)، ترتبط أطراف هذه المتجهات لتصنع شكلًا مرسومًا كما يتم تعين الجينة المرمزة.



أساس في الموقع الثاني للكودون

أساس في الموقع الأول للكودون	T	C	A	G	أساس في الموقع الثالث للكودون
T	↑ ↑	↘	↓ ✋	↖ ✋ ↖	T C A G
C	↑	↘	↓ ↓	↖	T C A G
A	↗	→ →	↙	← ←	T C A G
G	↗	→	↙	←	T C A G

الشكل (١١,٧) المتجهات العشرون في عالم ستيلوس (اليسار) التي تأخذ مكان الأحماض الأمينية العشرين كأحجار بناء لصنع سلاسل طويلة، ويستعمل الكود الجيني في ستيلوس لتعيين هذه المتجهات (اليمين). كما في الكود الجيني البيولوجي المصور في الشكل (٣,٢)، تشير الأيدي إلى الكودونات التي تنهي سلسلة من المتجهات.

لا يوجد تشبيه كامل، لكن هذا التشبيه على الأقل غني بما يكفي ليكون مثيرًا للاهتمام. مثلًا كلًّا من البروتينات والمحارف الصينية لها أشكال وظيفية مميزة تبلغ الآلاف. وكما يمكن أن تبني تسلسلات حمضية أمينية كبيرة أيًّا من هذه الأشكال البروتينية؛ كذلك يمكن أن يصنع كم كبير من تسلسلات المتجهات نفس المحرف الصيني. أخيرًا كما رأينا في الفصل العاشر، تُنجز الوظائف ذات المستوى العالي مثل التركيب الضوئي عندما تُجلب العديد من البروتينات الوظيفية مختلفة الأنواع سويةً في الطريقة الصحيحة. وكذلك تعكس اللغة المكتوبة ذلك بشكل جميل باستعمال بنيتها الهرمية لتحقيق وظائف ذات مستوى عالٍ.

تطبيق ستيلوس أداة مجانية، أصبحت ممكنة بالعمل الشاق لزملائي برندين ديكسون ووينستون إيويرت، ويمكن أن تستعملها لتجري تجارب بخطواتك على حاسوبك[١] يمكنك التطبيق من تطفير جينة ستيلوس أصل بطرق متنوعة وتطبيق شروط مختلفة لانتخاب أحد الذراري لتكون الأصل التالي. ويقوّم سيتلوس تلقائيًّا مدى جودة الشكل المرسوم الناتج لجينة تمثل محرفًا صينيًّا ما بحساب مجموع نقاط يتراوح بين الصفر (تشابه ضعيف جدًّا) والواحد (تشابه تام)، وهنالك ملخص بصري غني، يتضمن صورًا للمحارف المرسومة ومخططات، ويظهر كيف يتغير مجموع النقاط عبر مسار التجربة.

ومثل معظم الأدوات يمكن استعمال ستيلوس على عدة مستويات. إذا كنت تريد فقط فهمًا أفضل لكيفية عمل الكود الجيني أو كيف تؤثر الطفرات على التعليمات التي تحملها الجينة، فإن ستيلوس أداة يدوية بصرية جيدة. أما إذا كنت طموحًا أكثر، فقد استعملنا ستيلوس لبناء جينوم نموذجي مشابه لجينوم جرثومة صغيرة[٢]، وبين التسلسلات الجينية المتوفرة مجانًا من هذا الجينوم وتطبيق ستيلوس المتوفر مجانًا تكمن كثير من الأسئلة البحثية المهمة التي يمكن معالجتها عند أي مستوى.

وكمثال سريع، تذكر من الفصل السابع البروتينين اللذين كان لديهما قدرة ضعيفة على تعطيل البنسلين. حُسّن أحدهما بشكل كبير بدورات متكررة من الطفرات والانتخاب، في حين لم ينجح الآخر. ينبع الفرق فيما إن جاءت الإشارة الموجهة من إنزيم فعلي - بروتين بنيته ملائمة خاصةً لتدرّك البنسلين - أو من شيء أقل نوعية منه تصادف أن ساعد قليلًا في التحلل الطبيعي للبنسلين.

---

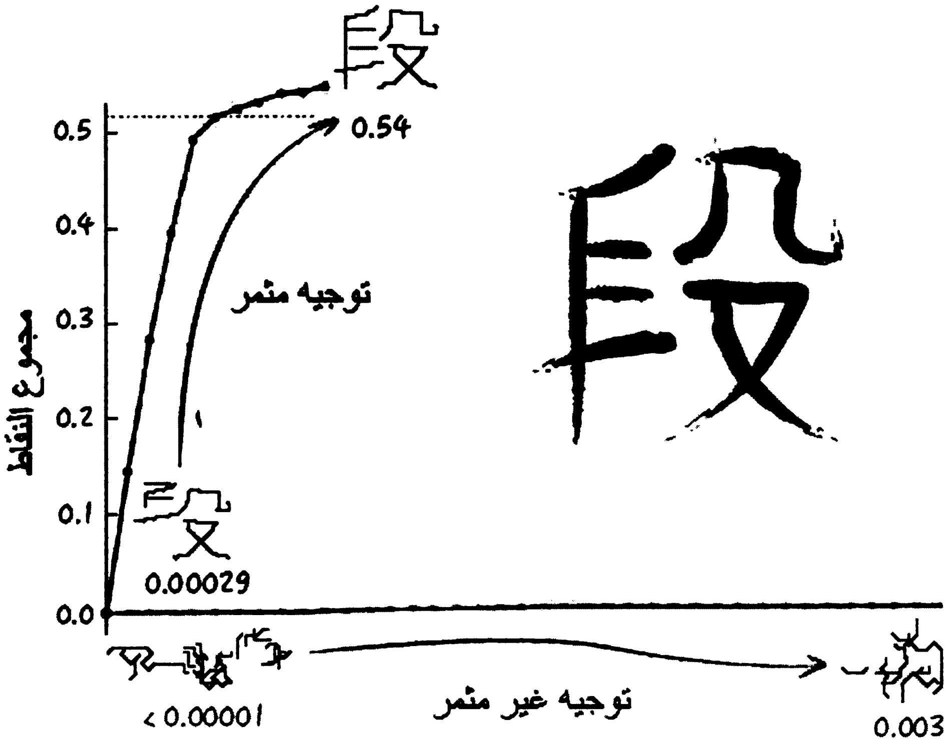
(١) www.biologic.org/stylus

(٢) D. D. Axe, P. Lu, and S. Flatau, "A Stylus-Generated Artificial Genome with Analogy to Minimal Bacterial Genomes," *BIO-Complexity*, no. 3 (2011): 1-15.

يظهر الشكل (١١,٨) نتائج تجربة مقارنة مشابهة أنجزت باستعمال أداة ستيلوس[١] وبدلًا من البروتينات بدأنا بسلسلتين من المتجهات، كلاهما حصلنا عليه بتطفير جينة في جينوم ستيلوس تنتج محرفًا يعني قسم 段. كما في الفصل السابع، كان تعطيل إحدى هاتين السلسلتين الطافرتين أكثر حدةً من الآخر، وهو أمر يمكن رؤيته بمقارنة الرسمين في أسفل يسار الشكل المثالي. رغم أن الحاسوب أعطى نقاطًا منخفضة جدًا لكلا الطفرتين، لكننا نرى أن الأسود قابل للتمييز جزئيًّا في حين يبدو الرمادي كشخبطة عشوائية. بل إن الطافر الأسود كامل بنيويًّا من حيث أنه يملك جميع الضربات التسع، وكانت المشكلة أن الضربات منزاحة عن مواضعها الأصلية (كما تقلصت الضربة العمودية). ويظهر منحني توجيه الأسود أنه رغم أن تأثيرات هذه العيوب جوهرية لكن يمكن تصحيحها بسلسلة من الطفرات المفردة، والتي يحسن كل منها مجموع النقاط. يمكن ضبط الشخبطة الرمادية أيضًا بانتخاب التغيرات التي تحسن مجموع نقاطها، لكن في هذه الحالة هناك صلة ضئيلة بين مجموع النقاط وقابلية قراءتها الفعلية بحيث لا ينتج شيء مقروء ولو من بعيد. وكما في حالة البروتينات في الفصل السابع، كان للتوجيه الانتقائي قيمة فقط عندما كان الترابط الوظيفي موجودًا مسبقًا على مجال واسع.

فلا شيء يتطور ما لم يكن موجودًا مسبقًا.

(١) D. D. Axe and A. K. Gauger, "Model and Laboratory Demonstrations That Evolutionary Optimization Works Well Only If Preceded by Invention: Selection Itself Is Not Inventive," *BIO-Complexity*, no. 2 (2015): 1-13.



الشكل (١١,٨) التوجيه الانتقائي في عالم ستيلوس. يتألف المحرف 段 من تسع ضربات، كما هو مبيّن بضربات الفرشاة. يطبق ستيلوس اختبارًا رياضيًا لكل سلسلة من المتجهات لحساب مجموع نقاط، يتراوح بين ٠ و١ (السلم على اليسار)، ومنه نعرف مدى جودة أي سلسلة متجهات في تمثيل الشكل المثالي. باستعمال هذا التعريف الرياضي لقابلية القراءة بدلًا من الحكم البشري يمكننا استغلال قدرة الحواسيب العظيمة في سرعة «القراءة». من أجل أن يمثل هذا منظور البشر جيدًا، استعمل التقييم البشري للقراءة لضبط مجموع النقاط. ينجز ستيلوس تجارب التوجيه تلقائيًا بإنتاج كل الجينات الممكنة وإعطائها مجموع نقاط، وتختلف هذه الجينات عن الجينة الأصل بأساس واحد (A, C, G, T) ومن ثم يتم انتخاب الجينة ذات مجموع النقاط الأعلى واعتبارها الجينة الأصل الجديدة. يكرر ذلك حتى الوصول إلى الحد الأقصى الممكن من التحسين. يظهر الخط المنقط (٠,٥٢) الجينة الأصلية (دعيت BB5-026) وهي متضمنة في تطبيق ستيلوس، بالتوازي مع كل الجينات الأخرى من الجينوم المنشور.

الفصل الثاني عشر

النزع الأخير

على أمل بأني قد أقنعتكم في هذه الرحلة بتفوق حدسنا بالتصميم على القصة التطورية، أطلب الآن مساعدتكم؛ إن الحقيقة التي وصلنا لها مهمة جدًّا، وتستحق أن نتولى مسؤولية الدفاع عنها. فكّروا في هذا الأمر على أنه حركة وليس معركة، فعندما تنتصر حركةٌ خيّرةٌ، يغنم الجميع.

ولكن الحركات تحتاج إلى استراتيجية مثلما تحتاج المعارك، والزخم من أهم نقاط هذه الاستراتيجية، وإحدى طرق تحقيق هذا الزخم هي أن يرى أنصار الحركة تقهقر أعدائهم. ولكن على خلاف المعارك، فإن أملنا هنا أن تمتد الأيادي لهؤلاء المتقهقرين لتشجعهم على تغيير ولائهم. ولهذا سوف يركّز هذا الفصل على عدة جبهات تشهد تراجعًا لمناصري المادية والداروينية.

التراجع عن الحوار النقدي

لقد اتضح بطلان تفسير داروين للحياة، ولكنه أخذ بذلك موقعه إلى جانب كثير من الأفكار الأخرى التي كان لها دور مفيد في تطوير الفهم العلمي. في أصلها - على الأقل - كانت أفكار داروين مصوغة بوضوح كافٍ يضمن ثبوت صحتها أو خطأها في النهاية، فقد حدد داروين بوضوح النقطة الهامة التي يرتكز عليها الحكم بالصحة أو البطلان، فقال: «لو تمكن أحد من إظهار وجود عضو معقد لا يمكن أن يكون قد نشأ من خلال تعديلات طفيفة كثيرة متعاقبة، فسوف تنهار نظريتي تمامًا»[1]؛ أي: إذا لم يكن من الممكن

(1) Charles R. Darwin, The Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life, 1st ed. (London: John Murray, 1859), 189.

الحصول على أي من الابتكارات التي نراها في عالم الأحياء عن طريق حدوث طفرات ضئيلة مفيدة متعاقبة، فإن آمال داروين في الانتخاب الطبيعي ستذهب سُدى، وأظهرت كلماته التالية عاطفته، إذ قال: «ولكنني لا أجد حالة كهذه» وهذا يؤكد أنه بشر.

لكن في مكان ما من سلسلة أتباعه الطويلة ـ وكلهم أناس أذكياء خُدعوا بالتخلي عن حدسهم بالتصميم ـ ضاع اعتراف داروين بقابلية نظريته للدحض، والتفاصيل التاريخية لهذا الاختفاء معقدة جدًّا بما لا يتيح ترتيبها جيدًا، لكن هذا غير مهم بكل الأحوال. فالعوامل البشرية التي تنزع قابلية الدحض عن فكرة ما هي عوامل معروفة جيدًا على العموم. لقد أصبحت فكرة الانتخاب الطبيعي ـ كعبقري يعمل ببطء ـ جزءًا من تعريف الحياة في نظر البيولوجيين، ومع هذه المرتبة الرفيعة اكتسبت الفكرة حصانة ضد النقد. إن التشكيك في المسلمة الأكثر جوهرية في علم البيولوجيا الحديث كان ـ ولا يزال ـ كفيلًا بنبذ المرء من صحبة علماء البيولوجيا المعاصرين.

نحن نعرف جيدًا أننا فيما يتعلق بالأمور التي نهتم بها لا نقر بإمكانية خطأنا إلا على مضض، ولا يكون ذلك إلا لنظهر أنفسنا بمظهر عقلاني وليس لتشجيع الانتقاد، وعندما يبدو إقرارنا غير ضروري نميل للتراجع عنه، ثم مع مرور الوقت نصبح مطمئنين جدًّا في غياب النقد العلني لدرجة أننا نستاء عندما يقوم شخص ما يجهل القواعد الأساسية بخرقها. وبعبارة أخرى يبدأ سير الأمور عادةً من التقبل المتبرم للانتقاد وينتهي بالكراهية الفعلية له.

وبقدر ما أن هذا السير صفة بشرية، إلا أنه يفوح منه بوضوح رائحة النفاق عندما يتمكن من مجتمع بني على التفكير وحرية التعبير. إن المجتمعات الدينية مع التزامها الصريح بعقيدة ما تكون صادقة في تمسكها بقيمها الجوهرية حين تصحح لأشخاص أو تزيلهم منها عندما يعترضون على ما اتفقوا على الالتزام به مسبقًا، ولكن قيام المجتمع العلمي ـ المبني على الاكتشاف وليس على العقيدة ـ بذلك الأمر هو اعتداء على قيمه الجوهرية، ودائمًا ما تكون العواقب وخيمة. فليس للعلم وحي خاص؛ ولذلك يفتخر بأن الانفتاح الفكري

هو فضيلته الجوهرية، وكم ثبتت قوة هذه الفضيلة! لكن عندما يغيب الانفتاح وتتسلط الدوغما (المعتقدات) فإن ما يبقى يكون أقرب إلى الدين السيئ منه إلى العلم الصحيح.

ولتكشف إحدى هذه الأمثلة القبيحة ابحث عن علامتين مميزتين، أولاهما الشجب الرسمي لأي فكرة تشكل خطرًا على المعتقد، وثانيهما وجود ثقافة من الازدراء لهذه الفكرة الخطرة. وكمثال على العلامة الأولى دعنا نلقِ نظرة على صفحة في موسوعة ويكيبيديا (Wikipedia) عنوانها «قائمة الهيئات العلمية التي تجاهر برفض التصميم الذكي»[1]، وسنجد فيها أسماء أكثر من عشرة من المنظمات الأكاديمية والعلمية في الولايات المتحدة التي أصدرت بيانات ترفض فيها التصميم الذكي، إلى جانب عدة منظمات أخرى خارج الولايات المتحدة أو ذات طابع دولي، ومن بين تلك المنظمات المذكورة منظمتان من أرقى المنظمات العلمية وأكثرها احترامًا: هي الجمعية الملكية في لندن (Royal Society of London) والأكاديمية القومية للعلوم في الولايات المتحدة (National Academy of Sciences of the United States)، وأقل ما يقال في هذه الحال أنها معارضة مبهرة.

ولأن هذه المنظمات منظمات علمية، فهي لا تريد أن تبدو وكأنها رفضت التصميم الذكي لأسباب عقائدية؛ ولذلك تؤكد بياناتها الاستنكارية على أن التصميم الذكي لا يستحق مكانًا على طاولة النقاش العلمي لأنه نظرية دينية بالأساس. من المفارقة أن نشاطهم المناهض للتصميم الذكي له صفة شبه دينية بحد ذاته، فلو كانوا يعتقدون حقًا أن مسألة تصميم الحياة بذكاء خارج نطاق العلم ما كانوا ليتخذوا أي موقف بخصوص هذه القضية، ولكنهم **يتخذون** موقفًا، ولقد أعلنت الجمعية الملكية في لندن رسميًا أن «نظرية التطور تساندها أدلة علمية قوية، على عكس نظرية التصميم الذكي». وبالمثل حثّت أكبر

---

(١) "List of Scientific Bodies Explicitly Rejecting Intelligent Design," Wikipedia, last accessed May 7, 2016; https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_scientific_ bodies_explicitly_rejecting_Intelligent_Design.

جمعية علمية في العالم وهي الجمعية الأمريكية للكيمياء (American Chemical Society) السلطات التعليمية على «التأكيد على أن التطور هو النظرية الوحيدة المقبولة علميًّا لنشوء وتنوع الأنواع». أما الجمعية الفلكية الملكية الكندية (Royal Astronomical Society of Canada) فهي «حازمة تمامًا في مساندتها لنظرية التطور الحالية التي تمتد جذورها في الأعمال الرائدة لداروين وصقلتها الاكتشافات على مدار ١٤٠ عامًا»[١] ولن تجد من بين المنظمات العلمية التي تنضوي تحت راية الداروينية التي ترفرف فوق المؤسسات العلمية الحديثة أي مؤسسة تعلن أنه «على الرغم من أن الحياة قد تكون من صنع مصمم ذكي، إلا أن هذه ليست قضية يمكن أن يتناولها العلم». وهذا لا يعني إلا شيئًا واحدًا: النشاط المناهض للتصميم الذكي ما هو إلا موقف عقائدي في النهاية.

إن رفع راية الداروينية المادية قد أذاع ثقافة ازدراء الأفكار المهددة لها مثل التصميم الذكي، ويتضح ذلك أكثر عندما تنظر بعمق فيما وراء التصريحات التي تعلن المؤسسات فيها عن موقفها، فكثيرًا ما يُذكر التصميم الذكي في المجلات العلمية الداروينية، ولكنه يذكر دومًا بسلبية وأحيانًا كثيرة مصحوبًا بنبرة استحقار أو استخفاف، وستجد التصميم الذكي في تلك الصفحات العلمية موصوفًا ـ بموافقة المحرر على ما يبدو ـ كـ«خرافة»[٢]، أو «اعتداء على البيولوجيا»[٣]، أو «فيروس فكري»[٤]، أو «حركة خبيثة»[٥]، أو «قناع العلم الزائف على وجه الخلقية الدينية»[٦]، أو «يهدد كل العلوم

---

(١) المصدر السابق.

(٢) P "An Intelligently Designed Response," editorial, *Nature Methods* 4, no. 12 (December 2007): 983.

(٣) P. Shipman, "Being Stalked by Intelligent Design," *American Scientist* 93 (2005): 502.

(٤) E. Zuckerkandl, "Intelligent Design and Biological Complexity," *Gene* 358 (2006): 2-18.

(٥) "An Intelligently Designed Response," 983.

(٦) P. Ball, "What a Shoddy Piece of Work is Man," *Nature* online (May 3, 2010): doi:10.1038/news.2010.215.

والمجتمعات»[١]، أو «رِدّة إلى العصور المظلمة»[٢]، وأخيرًا اللمز (ولنكتفِ بهذا لأن المساحة لا تكفي لذكر كافة الشتائم) «مرعب»[٣]، مثل «وحش فرانكنشتاين»[٤] يا للعجب!

على الرغم من المعقولية التامة لحجة التصميم الذكي للحياة، لا سبيل ليقبلها الذين يريدون الاعتقاد بأن العلم قد نفى وجود الإله، إلا أن الحقيقة هي العكس تمامًا، وهو ما يسبب إزعاجًا واضحًا لبعض الناس. ولعل هذا يفسر لماذا ينتفض بعض الناس بقوة ردًّا عليه، فالأمر ليس أن التصميم الذكي غير صحيح؛ بل العكس: التصميم الذكي صحيح بشكل مؤلم.

التراجع عن الداروينية

التراجع عن الحوار النقدي ليس المؤشر الوحيد الواضح، فهنالك مؤشرات واضحة أخرى على فشل البحث عن تفسير طبيعي للكائنات الحية، ولعل أقوى مثال على ذلك هو الإقرار المتكرر من العلماء المختصين بأن داروين لم يصل إلى ذلك التفسير فعلًا، وهي نفسها الفجوة الهائلة التي صادفناها في الفصل السابع. ذكر هذا العيب عالم النباتات الهولندي العظيم هوغو دي فريز في كتابه «الأنواع والتنوعات: نشوؤها بالطفرات»، فقال:

> «لم ينجح داروين في تحقيق القبول الشامل بتحديده الطرق المعينة التي حدث بها تغير الأنواع؛ بل ما حدث هو العكس تمامًا، فلقد طُرحت بقوة الاعتراضات منذ البداية ودفعت داروين نفسه لتغيير آرائه في كتاباته اللاحقة، ولكن كان ذلك دون جدوى، وظلت الاعتراضات والانتقادات تتراكم منذ ذلك الحين»[٥]

---

(١) Marshall Berman, "Intelligent Design: The New Creationism Threatens All of Science and Society," *APS News*, October 2005, 8.

(٢) G. Weissmann, "The Facts of Evolution: Fighting the Endarkenment," *FASEB Journal* 19 (2005) 1581-82

(٣) Shipman, "Being Stalked by Intelligent Design," 502.

(٤) G. Petsko, "It Is Alive," *Genome Biology* 9 (2008): 106.

(٥) Hugo De Vries, *Species and Varieties: Their Origin by Mutation)* Chicago: Open Court Publishing, 1904), 4.

إذًا ما وصفه داروين في النسخة السادسة من كتابه من تحول آراء العلماء بشكل مفاجئ نحو القبول - حيث انتقل العلماء من الإيمان بخلق منفصل لكل نوع إلى قبول «مبدأ التطور الكبير» لداروين - لم يكن مصحوبًا بقبول عام للانتخاب الطبيعي باعتباره السبب[(١)] ولذلك أنهى دي فريز كتابه باقتباس هام يصف به ما نسميه الفجوة الهائلة: «قد يفسر الانتخاب الطبيعي **بقاء** الأصلح، ولكنه لا يفسر **وصول** الأصلح»[(٢)]

ورغم الإنعاشات الهائلة في العقود التالية من وضع نظرية رياضية للانتخاب الطبيعي واكتشاف أن الـDNA هو المادة الوراثية، إلا أن والتر فونتانا العالم بمعهد سانتا فاي (Santa Fe) وليو باس عالم البيولوجيا بجامعة ييل اعترفا عام ١٩٩٤م بعدم ردم الفجوة الموجودة في نظرية التطور بعد، وسميا ورقتهما البحثية «وصول الأصلح: نحو نظرية للتنظيم البيولوجي» مكررين بذلك كلمة دي فريز الشهيرة بعد ٩٠ عامًا، وافتتحا الورقة باعتراف هام:

> «يقوم البناء الرسمي لنظرية التطور على ديناميكيات الأليلات (alleles) [أي: التنوعات الجينية] والأفراد والجماعات؛ ولذلك لا بد **أن تفترض** النظرية الوجود المسبق لهذه الكيانات»[(٣)]

ولا يفوتكم أهمية هذه العبارة، فالكائنات الحية كلها مندرجة ضمن «هذه الكيانات»، ويعترف فونتانا وباس هنا بأن نظرية التطور الحديثة لا تفسر نشوء الأنواع الجديدة ولا حتى نشوء الجينات الجديدة، ولكن النظرية الحالية «**تفترض** ضمنيًا الوجود المسبق للكيانات التي ترغب في تفسير خصائصها»[(٤)]

---

(١) نوقش هذا التحوّل المفاجئ في الفصل الأول.

(٢) De Vries, *Species and Varieties*,825-26. De Vries attributes the quote to a Mr. Arthur Harris, without citing a source. أضفت البنط العريض للتأكيد على الفكرة.

(٣) W. Fontana and L. W. Buss, "The Arrival of the Fittest': Toward a Theory of Biological Organization," *Bulletin of Mathematical Biology* 56, no. 1 (1994): 1-64. التأكيد مضاف.

(٤) Fontana and Buss, "'The Arrival of the Fittest,'" 2.

ولو كنت تتساءل عن السبب الذي يتيح لبعض العلماء أن يتكلموا بمثل هذه الصراحة المذهلة ويفلتوا من العقاب بينما يتعرض آخرون للاستهجان أو الطرد، فاعلم أن الأمر كله يرجع في النهاية إلى اعتبار فيما إن كان الناقد مواليًّا للقضية العظمى. يستطيع العلماء أن يقولوا ما يشاؤون حول حالة نظرية التطور ما دام ولاؤهم للمادية العلموية ثابتًا، وأفضل طريقة لإثبات ذلك هي أن يزعموا أنهم **قد حلّوا** مشكلة الفجوة، أو على الأقل أحرزوا تقدمًا حاسمًا في هذا الصدد. الأمر أشبه بإصلاحات الطريق: من حقك أن تستخدم آلة حفر الأسفلت دون حساب ما دمت ستصلح كل شيء قبل أن تنصرف. وتطبيقًا لتلك الاستراتيجية قدم باس وفونتانا نقدهما الهام كوسيلة لطرح نظرية تفسر ـ على حد قولهما ـ كيف «تنشأ التنظيمات المحافظة على نفسها كنتيجة عامة لخاصتين كيميائيتين دون اللجوء إلى الانتخاب الطبيعي». أو بعبارة أخرى، كان داروين مخطئًا، ولكن لا تزال الحياة هي الناتج المتوقع للكيمياء العمياء، وبالتالي كل شيء على ما يرام تحت راية المادية.

وعلى خطاهما حاول الكثيرون سد تلك الفجوة في نظرية داروين على مدار السنين، ولكن لم تكن محاولاتهم كافية، ومما يثير الاهتمام أن التقدم في علم البيولوجيا يزيد الأمر سوءًا للنظرية على ما يبدو. عندما كتب فونتانا وباس بحثهما كان عصر الجينوم في أيامه الأولى، وبعدها بعشرين سنة ظهر كتاب ألفه عالم البيولوجيا التطورية السويسري أندرياس فاغنر، ولو كان الحل الذي قدمه فونتانا وباس صحيحًا كان فاغنر سيؤكد عليه، ولكنه بدلًا من ذلك أعاد التأكيد على وجود هذه الفجوة الواسعة، كما يظهر في عنوان الكتاب: «وصول الأصلح ـ حل لغز التطور الأكبر». اعترف فاغنر ـ سائرًا على درب من سبقوه ـ بأن «الانتخاب الطبيعي يستطيع أن **يبقي على** التنوعات ولكنه لا يستطيع أن **يخلقها**»، ثم يقول:

«لتقدير حجم هذه المشكلة اعتبر أن كل فرق من الفوارق بين البشر وأشكال الحياة الأولى على الأرض كان في وقت ما ابتداعًا: حلًا تكيفيًا لتحدٍّ فريد واجهه الكائن الحي»[(١)]

وما سماه فاغنر ابتداعًا (innovation) سميتُه ابتكارًا (invention)، ولكن الفكرة واحدة، وتنطبق على العناكب والحيتان وزهور السحلب تمامًا مثلما تنطبق على البشر. ولا يفسر الانتخاب الطبيعي أيًّا من هذه الاختراعات المذهلة التي لا تُحصى التي توجد في الأشكال المذهلة التي لا تُعد من الكائنات الحية.

يُفلت فاغنر بهذا النقد المدمر للداروينية كما أفلت فونتانا وباس بالضبط: عن طريق تقديم فكرته عن الحل. بالتأكيد لو كان حل فاغنر قد سد تلك الفجوة فعلًا فينبغي أن يُشار إليه بالبنان باعتباره قدم إنجازًا عظيمًا وضع حدًّا لـ ١٥٥ عامًا من الفشل. ولأنني خبيرٌ بالموضوعات التي يتعرض لها فيمكنني أن أخبركم لماذا أظن أنه لم ينجح، ولكن هذا بمثابة أن أطلب منكم أن تثقوا في رأيي دون رأيه، وهو ما لن يرضي أيًّا منا، وبدلًا من ذلك فإنّ هدفي الكامل إمدادكم بما يعينكم على أن تثقوا في حدسكم بالتصميم.

ينهي فاغنر كتابه بهذا الملخص لأطروحته:

«باستطاعتك أن تبني عالمًا كاملًا بعدد محدود من أحجار البناء عبر وصلها ببعضها بعدد محدود من الطرق، ولقد خلقت الطبيعة من مثل تلك الأحجار والوصلات العادية عالمًا من البروتينات ودارات التنظيم والأنظمة الاستقلابية التي تبقي على الكائنات الحية، وأنتجت الفيروسات البسيطة والبشر المعقدين، وفي النهاية دفعت بحضارتنا وتقنيتنا من الإلياذة إلى الآيباد»[(٢)]

---

(١) A. Wagner, *Arrival of the Fittest: Solving Evolution's Greatest Puzzle* (New York: Current, 2014), 5 (emphasis in original) and 14.

(٢) Wagner, Arrival of the Fittest, 215-16.

إن جملته الأولى ـ حيث الفاعل فيها هو أنت ـ صحيحة قطعًا. لقد كتب فاغنر كتابه بنفس الطريقة التي أكتب بها هذا الكتاب: عن طريق توصيل أحرف الهجاء الإنكليزية الستة والعشرين ببعضها، ويوصل مهندسو البرمجيات الأوامر ببعضها ثم يجمعونها ليحصلوا على قوائم طويلة من أرقام الصفر والواحد المتصلة ببعضها، وينظم الجدول الدوري للعناصر الكيميائية أحجار البناء المادية الأساسية بطريقة تفسر الصلات الكيميائية العادية بينها، وهذه العناصر وصلاتها تتيح لنا صناعة كل ما نصنعه نحن البشر، ومن ذلك الآيباد، ولكن أحجار البناء هذه بقدر ما هي هامة لاختراعاتنا، إلا أنها ليست هي المُختَرِعة، وإنما نحن المخترعون(١)

ولذلك فإن جملة فاغنر الثانية ـ حيث الفاعل هو الطبيعة ـ تبدو كقصة خيالية لمن احتفظ بحدسه بالتصميم. ومجددًا نقول: ما لم نكن قد أخطأنا جدًّا في تفكيرنا، فإن هذا الكلام ينبغي أن يبدو كقصة خيالية. إن حساء حروف الأبجدية مكتظ بأحجار البناء، ولكن من الواضح جدًّا أن الطبيعة عاجزة عن أن تفعل ما نفعله نحن بأحجار البناء، وهذا ما يجعلنا نعرف فورًا أن قصة حساء الوحي مستحيلة. وكما أدركنا في الفصل الثاني، فإن العرض الذي يمكن دحضه لهذا الحساء الغامض لن يقنعنا إلا بأن هناك شخصًا ما خفيًّا يرتب الحروف.

إن قصة حساء الوحي لا تؤثر فينا لسبب بسيط، وهو أنه ليس لدينا سبب يدفعنا لتصديقها، وينطبق الأمر ذاته على جميع القصص التي تستند على الابتكار، وبعد أكثر من قرن ونصف قرن من هذه الحكايات فإنه من حقنا ـ بالتأكيد ـ أن نطلب شيئًا أفضل. إن للكلام مقامه الملائم في العلم،

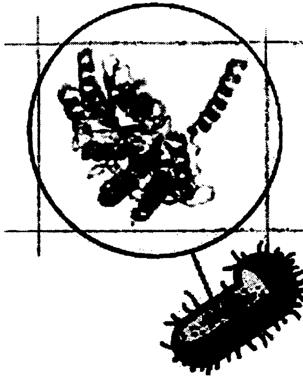
---

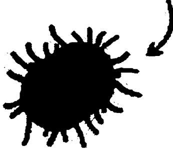
(١) يجب عليّ هنا الإسهاب في فكرة أشرت إليها في الفصل السادس وهي أنّ الكون الفيزيائي مذهل الروعة وابتكار جميل بحدّ ذاته، والفكرة هي أنّه ليس هو المُبتكِر.

ولكن أقول لهؤلاء الذين يريدون أن يقنعوا الجميع بأن الابتكار بالصدفة أمر ممكن: لو اكتفيتم بقول أن النباتات تَنتُج عندما يسطع الضوء على ذرات عشوائية، أو أن الطبيعة خلقت عالمًا من البروتينات، فإن الجواب سيظل مخيبًا للآمال، ولكن أرونا تلك الأشياء السحرية وستحصلون على كامل انتباهنا، أرونا عرضًا ينجح بتفوق في اختبار القبعة. سنظل متعجبين من إصراركم على أن السحر يجب أن يُعتبر أمرًا معتادًا، ولكنكم ستحوزون على انتباهنا.

التراجع عن قابلية الاختبار

ربما ينبغي ألا ندهش لرؤية مناصري الداروينية يتراجعون عن النقاش العلمي لأن الحجج والأدلة تعاكس فكرتهم. يوضح الشكل (١٢,١) مأزقهم: إن عزو ابتكار كل الكائنات الحية المعقدة إلى آلية طبيعية بدأت العمل على أولى أشكال الحياة البسيطة هو نسبة قدرة خلاقة مذهلة لتلك الآلية. ولكن عندما أتحدى أنا وزملائي هذه الآلية التطورية أن تخترع على مقياس أقل إبهارًا بكثير ـ من خلال تعديل إنزيم موجود ليؤدي وظيفة جديدة ـ نجد أنها تفشل. وهو تناقض هائلٌ جدًا، تخيل مجموعة من الناس تصر على أن رجلًا معينًا يستطيع أن يقفز إلى القمر، فنتحدى نحن المتشككين هذا الرجل بأن يقفز ليقذف بكرة السلة في السلة، فنجده لا يقترب إطلاقًا من الوصول للسلة، ثم عندما ننشر نتائجنا تصلنا الكثير من الاعتراضات على غرار «نحن لم نقل أبدًا إنه يستطيع أن يقفز بمستوى السلة، أو ـ على الأقل ـ أنه يستطيع أن يقذف **تلك** الكرة في **تلك** السلة!»

الشكل (١٢,١) التناقض الواضح بين اختراع ضئيل جدًّا لا يقدر عليه التطور الداروينى (بالأعلى) والاختراعات العظيمة التي افترض داروين أنها ممكنة (بالأسفل). يظهر في الجزء الأيمن العلوي الإنزيم B من الفصل السادس. في جمهرة بكتيرية تصنع الإنزيم A (الجزء الأيسر العلوي) الشبيه جدًّا بالإنزيم B، يبدو ـ بناءً على دراساتنا ـ أن التحول التطوري للإنزيم A إلى B أمر غير ممكن. ويوضح النصف السفلي من الشكل الاختراع على مستوى أعلى بكثير من أشكال الحياة المعقدة، حيث كان يتعين على التطور أن يخترع **كل** أشكال الحياة من نوع بكتيري قديم يُفترض أنه السلف.

بعبارة أخرى، يدرك معظم المدافعين عن داروين صعوبة وصول رجلهم إلى السلة ـ فضلًا عن القمر ـ ولذلك يحاولون بأقصى جهدهم أن يتقبلوا هذا التناقض، إنهم يرون أن فشل التطور في حل مشكلات لا يزعم أحد أنها قد حُلت في تاريخ الحياة لا ينفي بالضرورة قدرة التطور على حل المشكلات التاريخية المفترضة. لكن ينبغي أن تكون لقضية القدرة الأولوية على الافتراضات التاريخية؛ أي: أن ادعاء أن التطور اخترع فعلًا البروتينات وأنواع

الخلايا والأعضاء وأشكال الحياة لن يقبل علميًّا إلا إذا علمنا أن التطور يستطيع اختراع هذه الأشياء، ولذلك فإن إثباتنا لفشل التطور في إيجاد اختراع من أقل الاختراعات ـ أي: تحقيق وظيفة جديدة لإنزيم موجود ـ يدحض مشروع استنتاج التواريخ التطورية. إذا لم يستطع الآن شيءٌ أن ينشأ عن طريق التطور، فهذا يعني أنه ليس هنالك شيءٌ قد نشأ عن طريق التطور سابقًا.

> إن ادعاء أن التطور **اخترع فعلًا** البروتينات وأنواع الخلايا والأعضاء وأشكال الحياة غير مقبول علميًّا إلا إذا علمنا أن التطور **يستطيع اختراع** هذه الأشياء.

وعند التوقف عن افتراض صحة العبارة الأخيرة، نعلم أننا وصلنا إلى آخر مرحلة في التراجع عن قابلية الاختبار. وكما ذكرت في أواخر الفصل السادس، هذه هي النقطة التي وصل إليها الجدال الآن. إن الرأي الحالي هو أن التطور كان ناجحًا جدًّا لدرجة أنه وصل بالحياة إلى درجة الكمال التي لا تتيح للأشكال الحية المعاصرة أن تتطور أكثر من ذلك، مما يزيد من خروج هذه العملية من نطاق الظواهر القابلة للمشاهدة، أنه حسب هذه الرؤية تتطلب مشاهدة الاختراع التطوري الوصول إلى عالم لم يعد موجودًا الآن، ولأنه يُفترض أن قابلية التطور كانت خاصية من خواص ذلك العالم، فأي محاولة لإعادة بناء أي قطعة من ذلك العالم في المختبر سوف تُقيّم بناءً على ما إذا تم تأكيد قابلية التطور أم لا، وبذلك يبدو أن الدحض قد أحبط مسبقًا، لكن بتكلفة كبيرة. لنقولها بصراحة: أصبحت نظرية التطور محصنة ضد الدحض مثلما أصبح جذع الشجرة المقطوع محصنًا ضد مزيد من القطع.

إنه لمن الغريب أنه بعد كل إهانات «كراهية العلم» التي رُمي بها مناصرو التصميم الذكي، يبدو أننا من القلائل المهتمين باستخدام العلم لحسم القضية.

التراجع عن هذا الكون

قدم يوجين كونين ـ عالم البيولوجيا التطورية البارز في المركز القومي

لمعلومات التقانة الحيوية بماريلاند (National Center for Biotechnology Information) صدمة مزدوجة للعلماء في مجاله عام ٢٠٠٧م. كانت الصدمة الأولى هي اعترافه الصريح بأن نشوء أول خلية تحمل التعليمات الجينية لصناعة البروتينات هو «لغز يُبطل التفكير التطوري التقليدي»[١] وبعد أن أخرج آلة الحفر كان لزامًا عليه أن يردم الحفرة التي صنعها، وهو ما حاول أن يفعله بأغرب طريقة ممكنة. لقد سدد كونين صدمته الثانية باللجوء إلى علم الكونيات ـ الذي يبحث في نشوء وسلوك الكون ككل ـ ليصلح الأمور. ولكي يتخلص تحديدًا من مشكلة عدم الاحتمالية الهائلة استعار فكرة الأكوان المتعددة اللانهائية، ويمكن أن نفهم هذه الفكرة على أنها تشير إلى أن هناك مجموعة لانهائية من الأكوان الحقيقية، وأن كوننا ليس إلا كونًا من تلك الأكوان.

من الطبيعي أن أغلب الناس يرون أن هذه الأكوان المتعددة بعيدة كل البعد عن خبرتنا الواقعية لدرجة أنهم يجدون صعوبة بالغة في التعامل مع هذه الفكرة بجدية، ولكن على الرغم من أن هذا الموقف المتشكك من شأنه أن يغني نقاشنا حول حدود العلم، إلا أن الحقيقة موضوع أكبر وأعمق من العلم. وبالنسبة لي رغم أنني أرفض وجود أكوان أخرى، إلا أن ذلك ليس على أساس أننا لا نستطيع التأكد من وجودها؛ بل لأننا لا نستطيع التأكد من عدم وجودها كذلك. والسؤال الأفضل هو: هل ستغير الإمكانية المفترضة لوجود أكوان متعددة لانهائية من الطريقة التي نفسر بها الحياة في هذا الكون؟

إن إجابة كونين على السؤال السابق بالإيجاب تقوم على مفهوم يسمى بالمبدأ الإنساني (anthropic principle). وتبين لنا السير الذاتية التي يكتبها أصحابها بعناوين من قبيل «نجوت لأروي القصة» فكرة هذا المبدأ، ففي هذه الكتب يحكي الكاتب أحداث الموقف الذي بدا فيه الموت خطرًا محدقًا لا

---

(١) E. V. Koonin, "The Cosmological Model of Eternal Inflation and the Transition from Chance to Biological Evolution in the History of Life," *Biology Direct* 2(2007): 15.

مفر منه تقريبًا، إلا أن حياة الكاتب ليقص علينا تلك الحكاية يؤكد لنا تغلبه على الاحتمالات الضئيلة لنجاته، وفي الحالات القصوى، قد يقول الكثير منا أن الإلٰه تدخل ولذلك لم تلعب الصدفة دورًا في تحول الأحداث، ولكن الفكرة هي أنه مهما كانت النجاة من ذلك الموقف مستحيلة، فنحن نعرف أن حدثًا مذهلًا ما قد أنقذ الكاتب من الموت، وإلا لم يكن الكتاب ليُكتب أصلًا.

يطبق المبدأ الإنساني فكرة شبيهة بذلك على وجودنا، فلو افترضنا ـ ولو جدلًا ـ أن كوننا مجرد كون واحد من أكوان موازية لانهائية وأن الشروط تختلف من كون إلى آخر بحيث تتحقق الممكنات الفيزيائية التي لا حصر لها في مكان ما في الأكوان المتعددة، فهل سنكون نحن البشر مثل الكاتب الذي عاش ليروي قصة نجاته؟ ولفهم هذا المنطق لنبدأ بافتراض أن احتمالية إنتاج كون لكائنات عاقلة مثلنا بالصدفة أكبر من الصفر (سوف نعود لهذه النقطة بعد قليل)، ولنستخدم العدد غازيليون[١] لنعبر عن رقم هائل، ولنقل أن هذه الاحتمالية تساوي واحد في الغازيليون، مما يترتب على ذلك إذًا أنه في كل غازيليون كون يُتوقع أن يكون هناك كون واحد نشأت فيه كائنات عاقلة بالصدفة، ولأن العدد اللانهائي من الأكوان يحتوي على عدد لانهائي من الغازيليونات، فسيترتب على ذلك أن يكون هنالك عددٌ لانهائيٌّ من تلك الأكوان المميزة ـ التي احتمالها واحد في الغازيليون ـ التي تُقِلُّ كائنات مفكرة مثلنا، وليس ذلك بقدرة الإلٰه وإنما بالقوة الهائلة للانهاية.

ولكن ما يبدو لأول وهلة أنه إمكانية نظرية محتملة على الأقل لا يتفق مع الواقع، ولترى ذلك اسأل نفسك عما ينبغي أن نراه في كوننا لو كان ذلك الافتراض صحيحًا، والإجابة هي لأننا ـ كائنات نتساءل عن نشوئنا ـ ينبغي أن نرى الظروف الدنيا اللازمة ليصبح التساؤل ممكنًا. الفكرة وراء هذه الإجابة ليست معقدة، ولكن السيناريو بأكمله غريب جدًّا ويحتاج بعض المجهود

---

(١) (gazillion): عدد غير حقيقي يستخدم في الإنكليزية للتعبير عن عدد هائل غير محدد. (المترجم)

لفهمه. تتكون فرضية الأكوان المتعددة ـ مثل فضاءات البحث التي ناقشناها في الفصل الثامن ـ بأكملها تقريبًا من بدائل غير مهمة، وهي هنا الأكوان العادية التي يتساوى فيها عدم الاحتمالية الخرافية للاختراع بالصدفة مع الاستحالة الفيزيائية فلا يحدث أي اختراع، ولكن لو افترضنا أولًا أنه ليس من المستحيل تمامًا أن تُنتج العمليات الفيزيائية كائنات قادرة على التساؤل، وثانيًا أن الأكوان المتعددة حقيقة، فيمكن تفسير تساؤلنا الحالي بأن كوننا أحد تلك الأكوان النادرة بدرجة لا تُصدق والتي تصادف أنه تم التغلب فيها على عدم الاحتمالية الهائلة لاختراع المتسائلين اعتمادًا على الصدفة. فالأمر أشبه بكتاب السيرة الذاتية: وجودنا هو الدليل.

والآن يأتي دور التطور. لو أن التطور يعمل حقًّا كمخترع عبقري وأن الكائنات العاقلة مثلنا هي من بين الأشياء التي يستطيع أن يخترعها فسوف أتفق مع كونين، وسيكون أبسط تفسير لنا هو أن الحياة الخلوية البسيطة تشكلت على الرغم من كل الصعوبات ثم تولى التطور المهمة بعد ذلك. إذًا لجوء كونين إلى الأكوان المتعددة كطريقة لتفسير كيف تم التغلب على عدم الاحتمالية الخرافية لنشوء الخلية الأولى يتفق تمامًا مع افتراضاته.

ولكن بمجرد أن ندرك مدى عجز التطور عن الاختراع يتهاوى تفسير الأكوان المتعددة تمامًا. إننا نجد أنفسنا فعلًا في عالم يتساءل فيه أفراد نوع حيوي ـ أي: البشر ـ عن كيفية نشوء كل شيء، ولكن يعود جزء كبير من تساؤلنا إلى الحقيقة الواضحة بأن عالمنا هذا بعيد كل البعد عن مجرد عالم يحقق وجودنا؛ بل العكس تمامًا؛ لأن كل اختراع من الاختراعات البيولوجية المحيطة بنا معدوم الاحتمال بشكلٍ هائل، ولأن التطور لا يفسر أيًّا منها، والأكوان المتعددة لا تفسر إلا تلك اللازمة ليكون التساؤل ممكنًا، فإننا نستنتج أن هذا الافتراض يفشل في تفسير ما نراه. كان من الممكن أن نجد أنفسنا نتساءل على سطح كوكب قاحل لا يعمره سوى بعض المتسائلين القلائل ممن لا تستطيع أجسادهم إلا القيام بتلك الوظائف الضرورية للتفكير، ولأن ذلك الكوكب أقل في عدم الاحتمالية بما لا يقاس من هذا الكوكب الفاخر

الذي نسميه الأرض، كنا بالتأكيد سنجد أنفسنا على ذلك الكوكب الأجرد لا على الأرض، إن كنا حقًّا مجرد صدفة أحدثتها الطبيعة.

وجودنا هنا لا هناك يؤكد لنا أننا لسنا صدفة.

ما لا يمكن تجاهله

تفشل المادية دومًا عندما نسألها الأسئلة الكبيرة عن الواقع؛ لاستحالة حصره في الأشياء المادية. وهذا العجز التام للعالم المادي يجعل عدد الأكوان المادية أمرًا غير مهم، فلا يمكن أن تكون العمليات المادية أساس كل شيء ببساطة، مهما أعطيناها من مساحة لتعمل فيها.

وهناك مبدأ آخر شبيه بذلك ينطبق على فهمنا للواقع. فعلى النقيض من مزاعم العلموية لا يمكننا ـ في النهاية ـ أن نبني معرفتنا بالحقيقة على أساس العلم، ولفهم ذلك دعونا للحظة نتبنَّى عقلية المتشكك التام، وهو من يشك في كل شيء يمكن أن يُشّك فيه. في الحقيقة ليس هناك متشكك تام، وأغلبنا لن يكلف نفسه مجرد عناء التأمل في التشكك التام، ولكن دعونا نجرب ذلك للحظة وسنجني ثمار ذلك عندما نرى مدى يأسنا حينما نجعل التشكك أولويتنا القصوى.

فكّروا معي للحظة بضمير المتكلم: كيف أعرف أنني كنت موجودًا منذ دقيقة واحدة؟ هل يكفيني أن أقول إنني أتذكر الماضي وأرى أدلة على ماضيّ أنا؟ عادة ما يكفي هذا بالطبع، ففي نهاية يوم العمل أجد ـ دائمًا ـ سيارة مألوفة في الموضع الذي أتذكر أنني تركت فيه سيارتي، وهذا يؤكد تذكري للأحداث. ولكن عندما أتمثل دور المتشكك التام يجب عليّ أن أعترف أن هذه الروابط التي تربطني بماضيّ ليست إلا انطباعات في الحاضر، وأنا لا أستطيع أن أقنع نفسي بأن انطباعاتي الحاضرة معصومة عن الخطأ، صحيح أنني أصدق هذه الانطباعات ولكنني أيضًا أجد نفسي أراجع هذه المعتقدات بكثرة، كما أفعل عندما أستيقظ من حلم ما. إذًا كيف أعرف أن حياتي هذه كلها ليست مجرد حلم جاء إلى الوجود منذ لحظة؟ مجددًا أجد أنني أكتفي

باعتقاد عكس ذلك، وهو أمر جيد جدًّا نظرًا لأنني لا أستطيع أن أفعل ما هو أفضل من ذلك، وكذلك تفعل أنت. يجب أن نقبل ببعض الأمور على أساس إيماني لأنه لا يوجد أي بديل.

لا أقصد هنا الكلام حول ما إذا كان هناك متشكّك تام أم لا، ولكن ما أريد أن أقوله هو أن الإيمان وحده هو الذي ينقذنا من عبث التشكك التام. ولو كنت تظن أن العلم يستطيع أن ينقذنا بدلًا من الإيمان فاسأل نفسك عن الثقة التي تستطيع أن تضعها في العلم دون أن تفترض مسبقًا أنك كنت موجودًا فعلًا منذ دقيقة. لو أن ماضيك كله كان وهمًا فكيف يمكن أن يكون ذلك الشيء الذي تسميه «العلم» ليس وهمًا؟ الحقُّ أنه لا يُعقل أن العلم يستطيع أن يعطينا شيئًا أكثر ثقةً من الإيمان الذي صدقنا به الافتراضات الأساسية التي يقوم عليها العلم، مما يعني أن العلم لن يكون أبدًا الطريق الأولي للمعرفة، فضلًا عن أي يكون الطريق الأوحد. لقد كان الإيمان دومًا أكثر أهمية للمعرفة البشرية من العلم، وهذا لن يتغير أبدًا.

فما يجعل العلم مقنعًا جدًّا هو أننا جميعًا نقبل الافتراضات الأساسية، وعندما لا نزيد شيئًا على تلك الأساسيات، يقودنا العلم العام والمنطق العام إلى عزو الحياة إلى الإلٰه، تمامًا كما يقود حتى أطفال الملحدين. إنني أستطيع أن أتصور بصعوبة نسخة من الواقع يوجد الإلٰه فيها، ولكن العلم والعقل صامتان بشأن وجوده، وإن إمكانية تصور ذلك العالم الخيالي تجعل بقوة بالغة عالمنا هذا يبدو مختلفًا جدًّا.

وهنا ينكسر جدار الصمت.

> **لا يُعقل أن العلم يستطيع أن يعطينا شيئًا أكثر وثوقًا من الإيمان الذي صدقنا به الافتراضات الأساسية التي يقوم عليها العلم، مما يعني أن العلم لن يكون أبدًا الطريق الأولي للمعرفة، فضلًا عن أي يكون الطريق الأوحد. لقد كان الإيمان دومًا أكثر أهمية للمعرفة البشرية من العلم، وهذا لن يتغير أبدًا.**

في النهاية

كل ما يشبه الحياة الأرضية يحتاج ترابطًا وظيفيًا عالي المستوى، هذه حقيقة لا مفر منها، وكذلك لا مفر من حقيقة أن هذا يجعل مجموع الأشياء الممكنة التي تُعتبر حياة أرضية نادرًا إلى درجة الاستحالة. وبلغة الفصل الثامن، إن هذه الأشكال الحية الممكنة تائهة بلا أمل في الفضاء اللانهائي تقريبًا الذي يمثل الطرق التي يُمكن أن تترتب بها المادة بشكل أعمى، وما يقوم به المخترع ـ من رؤية الإمكانات التي لا يمكن أن توجد دونه، واغتنام الفرص التي لا توجد إلا عند تصورها في العقل ـ لا يمكن أن تقوم به الصدفة.

نعم، تسقط فكرة داروين عندما ندرك هذا، وتسقط كذلك كل محاولة للتظاهر بأن الحياة قد حدثت صدفة مهما بدت تلك المحاولات عميقة ومعقدة. ولو حاولنا أن نتجنب الإله بافتراض أن كل العناصر اللازمة لكل خطوة تطورية تَصادَف أنها كانت موجودة في الوقت المناسب والزمان المناسب وضد كل الاحتمالات المعاكسة، فإننا لم نزد على إزاحة عمله المبدع من المخلوقات نفسها إلى الظروف التي تسببت في نشوئها، ولو حاولنا أن نتجنب الإله بافتراض أن الحياة جاءت إلى الأرض من الفضاء الخارجي فنحن نزيح عمله إلى كوكب آخر أو مجرة أخرى، ولو حاولنا أن نتجنبه بافتراض أن الحياة انبثقت من الظروف الأولية للكون أو من قوانين الفيزياء، فنحن نجعل هذه الأشياء موجَّهة لصالح الحياة وإبداعها، وهكذا لم نزد على أن أزحنا عمله إلى فترة زمنية سابقة، ولو حاولنا أن نتجنبه بتخيل أن كوننا ليس إلا واحدًا من عدد لانهائي من الأكوان، فالإله يُظهِر وجوده هنا رغم أنفنا. أفعال الإله واضحة لكل من يبصر، وما من نظرية تستطيع أن تزيل ما نراه.

كل هذا يترتب عن عدم الاحتمالية الهائلة لحدوث الحياة بأي نوع من الصدف، وكل هذا يصدح بوجود الإله ودوره في عالمنا، ويكسر الصمت ويذيع الأمر لكل من له سمع. وإذا لم يكن هذا برهانًا بما فيه الكفاية، فهناك المزيد.

الفصل الثالث عشر

العالم الأول

لم أستحِ من ذكر أن العليم الذي خلقنا هو الإلٰه، إذ لا أرى سببًا منطقيًّا آخر لكل شيء صادفناه في رحلتنا. وعند إدراك استحالة وجود الحياة بالصدفة فقد أثبتنا أن الحياة مقصودة، ونظرًا للعبقرية المذهلة التي أُنجزت بها هذه الإرادة فأنا مضطر لرؤية الإلٰه وراء ذلك الإحكام.

لكن بالتفكير في توماس ناغل خاصةً، أرغب أن أحدد السبب الدقيق الذي يجعل الفرضية البديلة لنظام طبيعي غائي لكن مجهول المسبب فرضية واهية. ومع اقترابنا من نهاية رحلتنا لقد حان وقت معالجة هذه المسألة.

انجذب ناغل إلى موضوع العقل البشري مثل انجذابي، وربما كانت الناحية الأكثر إذهالًا ورهبة للعالم الخارجي هي أننا جميعنا نراه من عالمنا الداخلي الخاص، وليس ذلك فقط؛ بل نشارك بفعالية في العالم الخارجي. ومثل الحفارات التي تعمل على الديزل لكل منا مقعد في الداخل يرى منه العالم الخارجي، وخلال ذلك نعمل أيضًا على تغييره. كيف يكون هذا ممكنًا؟ من الواضح أنه ممكن، وإلا لم نكن هنا نتحدث عنه. وبمجرد أن نتجاوز ألفة هذه الحقيقة المعجزة، لا بد أن تحفز الإعجاب والاندهاش فينا.

الأطفال الذين ثبت أن رؤيتهم البسيطة للحياة متفوقة على الرؤية التي أقرتها الجمعية الملكية والأكاديمية الوطنية لديهم كذلك رؤية بسيطة للوعي. إذ تبدأ رؤيتهم بالتشكل في الطفولة من خلال ألعاب مثل بيكابو حيث تشكل الأيدي الصغيرة على الأعين الصغيرة حجابًا يعزل للحظة العالم الداخلي عن العالم الخارجي. عند تشكل هذا الحجاب، تكون الرؤية من الداخل رؤية من

الظلام ومليئة بالتوقعات، ثم تُطرح اليدين عن العينين ويكافأ التوقع، دائمًا بصرخات الموافقة. عبر عدد لا يحصى من هذه اللحظات التعليمية المماثلة، يبني الأطفال صلة بين عالمهم الداخلي والعالم الخارجي، صلة أكثر عمقًا بكثير من أي تقانة اكتسبناها.

يعمق المزيد من الاستكشاف هذه الصلة، ويبدأ الطفل يدرك بأن هنالك مشاركين خاصين مُعَينين في العالم الخارجي (الأم، الأب، الأخت، الأخ) ويرونه أيضًا من عالمٍ داخلي ـ عالمهم الداخلي الخاص بهم. يكون هذا الفهم غير تامٍ في البداية، فيعتقد الطفل بدايةً أنه بتغطيته عينيه يغلق العالم الخارجي عن الكل، ثم يتعلم أن عين الأم نافذة لعالمها الداخلي كما أن عيناه نافذة لعالمه الداخلي، وبالتالي يتحسن النموذج الداخلي للواقع عند الطفل.

مع زيادة الفهم الداخلي تأتي زيادة التوقعات الخارجية، بالتوازي مع عواقب النجاح والفشل في تحقيق هذه التوقعات، حيث يكتسب الطفل في النهاية الوعي الذاتي التام متعلمًا من هذه العواقب، فيتخذ القرارات مدركًا أن لها تأثيرًا على العالم الخارجي، وأن هذه التأثيرات سيرصدها الناس الآخرون، وأن الراصدين قد يستجيبوا لقرارات خاصة بهم. وبالطبع عند الوصول إلى هذه الرؤية للواقع لا يشعر أحد كأنه يمارس العلم أو الفلسفة، فهذه الرؤية المنطقية العامة تبدو طبيعية جدًّا لدرجة أن قلة من الناس يتفكرون بها.

مفكرون وأفكار وأشياء

عند تأمل هذه الرؤية للحظة، يبدو أنه يمكن فرز مكونات الواقع في ثلاثة فئات، وسأدعوها المفكرين، والأفكار، والأشياء. يتألف العالم الخارجي كليًّا من الأشياء (المجرات، الذرات، الأشجار، الحواسيب، إلخ)، في حين يتألف كل عالم داخلي من الفضاء الذهني الذي يملك فيه المفكر أفكارًا، وقد دعوت هذا الفضاء الخاص ورشة في نهاية الفصل العاشر لأن كل شخص يعمل وفق المشاريع الفكرية الخاصة به ضمن هذا الفضاء.

تثير هذه الرؤية جدلًا عندما نسحبها على السؤال الذي بدأنا به رحلتنا: **ما هو المصدر الذي أتى منه كل شيء آخر؟** إذ يطرح مباشرة سؤال آخر مهم؛ إذا كان الواقع يتألف حاليًّا من المفكرين، والأفكار، والأشياء، فأي من هذه الثلاثة يلزم أن نعتبره أوليًّا من حيث أنه مصدر الآخَرَين؟ كما ذكرت في البداية، يعتقد الماديون أن الأشياء هي الأولية، في حين يعتقد الموحدون أن المفكرين هم الأولون ـ وبشكل أبرز الحكيم الرباني الذي نسميه إلٰه. وبالتالي ينشأ التوتر بين الطرفين.

واجه الماديون دائمًا صعوبة في تفسير كيف يمكن أن تكون الأشياء أولية فعلًا. فمجرد أن تكون الأشياء فقط هي مصدر كل شيء يبدو أمرًا مستحيلًا. فجهاز الغزل عند العنكبوت شيء بالتأكيد، لكن لأنه أحد الأشياء الخاصة التي ندعوها ابتكارات، نستنتج عدم إمكانية نشوؤه بالصدفة. وفقط المفكر هو من يمكنه أن يأتي بالمغزال للوجود، وهو مفكر ذكي للغاية في ذلك.

ركز نقاشنا إلى هذه النقطة بالكامل تقريبًا على فشل أساسي واحدٍ للمادية: وهو عجزها عن تفسير الابتكارات. أشار ناغل وكثيرون إلى فشل آخر للمادية وبالصدفة هو أول ما فكرت فيه خلال أيامي طالبًا في الجامعة. وهو فشل أعمق من فشل تفسير الابتكار، عجز المذهب المادي التام عن تفسير المفكرين أو أفكارهم. أدركت عندما كنت طالبًا في العلوم الفيزيائية أنه مهما كانت التوصيفات الفيزيائية والكيميائية القوية للمادة ضمن مجالها الخاص، لا يمكنها وصف أهم ناحية فينا. إنّ إحدى ملاحظاتي التي كتبتها على لوحة إعلانات الطلاب التي ذكرتها في الفصل الرابع تلخص تفكيري بالتالي:

> **تسيطر القوانين الفيزيائية على النظم المادية، ونستطيع بعقولنا أن نتحكّم بأجسامنا المادية، فتستطيع عقولنا أن تعلو على القوانين الفيزيائية لأنها غير فيزيائية. فما هو مقيّد بالقوانين الفيزيائية لا يمكن أن يؤدي إلى شيءٍ يسيطر على هذه القوانين. وبالتالي فالإنسان لم يتطوّر من المادة.**

بعبارة أخرى، المشكلة كما رأيتها لم تكن مجرد أن العقل حاليًّا وراء الوصف الفيزيائي المادي بل أن العقل في فئة فوق الفيزياء. تسبب خصائص المادة أن تتصرف الأشياء الصرفة بالطريقة التي تتصرف بها، لكن بطريقة ما نقف فوق ذلك، فنحن لسنا مجرد أشياء. وضمن حدود قدراتنا، نفعل ما نشاء دون اتباع أي معادلة. لكن في حين أننا نسيطر على المادة في هذه الناحية، نخضع لها من ناحية أخرى، فأجسامنا أشياء مادية، خاضعة للحاجات المادية وعرضة للشروط المادية. ودون طعام وماء وراحة نتوقف عن العمل كما ينبغي، ويتبع ذلك تأثر عقولنا بسرعة. بل إن عقولنا حساسة خاصةً لتأثيرات مادية معينة، وأكثر المفكرين نشاطًا بيننا لا يمكنه أن يتحمل جرعة من البروبوفول، وهو دواء شائع لتحريض التخدير العام. فنفس العقل الذي يقضي ساعات الصحوة يتلاعب بالمادة يصبح هامدًا تمامًا بكمية صغيرة من مادة من نوع معين. الفكرة هي أننا لا نسمو فوق العالم المادي كله مثل حالة الإلٰه؛ بل نحتل موقعًا يتحدى بشكل قاطع جدًّا التعليل المادي ويدحض وضع المذهب المادي، علاوة على الدحض الذي كرس له معظم هذا الكتاب.

تجربة ذهنية بسيطة ستقنع أي أحد بهذا الأمر. تصور نفسك جالسًا داخل مختبر تصوير دماغ محاطًا بمعدات معقدة، بعضها موصول بك بمسابير سلكية معلقةً على قشرة رأسك وجبهتك. وأنت واعٍ تمامًا، ولست خائفًا مما يحيط بك على الأقل، وليست هناك حاجة للتخدير (يمكننا فعل ذلك في تجربة ذهنية). بل أنت تتحدث بهدوء مع عالم الدماغ الواقف أمامك بمعطفه الأبيض. لقد كنت مذعورًا بشدة منه عندما رافقوك للمختبر، لكن سرعان ما سلك الحديث مسلكًا مسليًّا بحيث اختفي كل الذعر.

«ما زلت أحاول أن أحدد بالضبط ما الذي تعنيه بقولك: «اثنين»، يقول مع مزيد من آثار الإحباط.

«سأستمر بإخبارك ما الذي أعنيه. اثنين هو العدد الصحيح بعد الواحد ـ أكثر من واحد بواحد».

«والذي هو واحد أكثر من لا شيء.»

«بالضبط.»

«نعم، حسنًا، يبدو كل ذلك لطيفًا جدًّا، لكن أؤكد لك أن كل فكرة من أفكارك لا شيء إلا تظاهر مادي لهذه الكتلة من العصبونات المستقرة داخل جمجمتك، وأؤكد لك كذلك أنني أسجل وأصور كل شيء يجري هناك بحذافيره ـ وهذه معدات غالية جدًّا فهي المعدات الأحدث ـ ومع ذلك عندما أظهر لك شيئًا على هذه اللوحة التي تبدو واعدة جدًّا بالنسبة لي... تظل مصرًّا على أنها ليست ما تعنيه أبدًا باثنين. قد أتغاضى عن هذا لو كان أدائك أفضل مع الكلمات الأخرى التي جربناها: دائرة، مثلث، خط، حول، بين، حب، كره، حقيقة، باطل، واحد، صفر. لكن يبدو أني بدأت أعتقد أن هذا التمرين كله مجرد مضيعة هائلة للوقت ـ أقصد وقتي. وبالتأكيد لا أرغب في معرفة ما تعنيه أنت بالوقت!»

هل ترى المشكلة؟ المعنى الذي نربط هذه الكلمات به لا يوجد في أي مكان من دماغ الشخص، أو في أي موضع مادي آخر كذلك. بالطبع يمكن أن تصف بعض هذه الكلمات بجوانب مختلفة من الدماغ، لكن وصف شيء ليس أبدًا أنه ما لا يمكن تمييزه عنه ـ أو مطابقًا له. نعم، يصادف أن يكون اثنين عدد نصفي الكرتين المخيتين، لكنه أيضًا عدد القمرين المريخيين، وعدد جانبي العملة، وعدد جوائز النوبل الممنوحة لفريد سانجر، وعدد الأجزاء التالية لفلم «حفنة من الدولارات». عند اعتبار كل الأشياء التي تشير إليها، فكلها وقائع صغيرة وممكنة، في حين أن اثنين بحد ذاتها تسمو عليهم بكونها واقعًا دائمًا وشاملًا وضروريًّا.

أو على الأقل لا أستطيع تبين منطق أي شيء غير هذه الرؤية. إنّ قول أن جملة ما صحيحة هو قول بأن شيئًا ما له معنى دقيق؛ لأن الصحيح واقع آخر من هذه الوقائع الضرورية. إذا كانت الصحة أي شيءٍ أقل ـ كأن تكون عملية مادية في فص دماغي أو مادة يمكن تعبئتها في حبوب عيارها ٥٠ ميلي غرام، أو غرضًا يمكن تصويره ـ فإن المعنى السامي الذي ربطناه بالحقيقة سيكون وهمًا، وسينهار مباشرةً هذا النشاط الذي نقوم به الآن المسمى تفكير

هذا كلامُ حسنٌ، ورغم ذلك يبدو لي أن دراسة ناغل الدقيقة لعيوب المادية تظهر أن الفئة المفقودة ليست التفكير الأخلاقي أو المنطقي بل شيء أكبر من ذلك بكثير.

كما ذكرت في بداية الفصل العاشر، يسعى ناغل لنسخة من العالم الطبيعي تنتج أمور بشرية ـ من الوعي والتفكير والحس الأخلاقي ـ كجزء من المسار المتوقع للأحداث، وبعبارة أخرى يريد إيجاد نسخةً من الطبيعة تفسر (بمجرد قبولها) مظهر كل الابتكارات المذهلة التي درسناها في رحلتنا، بما فيها القدرات العليا للبشر. يرى الكل صعوبة بناء ما يدعو إليه ناغل، بما فيه ناغل نفسه، لكننا لا نريد نبذ المشروع لمجرد أنه يبدو صعبًا.

بل أجد نفسي مضطرًّا لرفضه لسببين آخرين. أولهما أني عندما أحاول تصور طريقة لفهم العالم تحقق شروط ناغل، أضطر للتفكير بأن اللغز الذي يريد إزالته لا يمكن سوى إزاحته فقط. قد نتوقع أن البشر ثمرة للطبيعة إذا كانت هذه الصورة المفترضة صحيحة، لكن هذا يجعل الصورة ذاتها غامضة. فمن كل الخصائص التي يملكها هذا الشيء المجرد الذي نسميه طبيعة، لماذا يملك الخصائص الهائلة الضرورية لإنتاج هذه الأشياء المذهلة؟

وسببي الثاني أنني أعتقد بصدقٍ أن ناغل يرفض ما هو واضح. فالشيء الذي أهمل بوضوح في المادية وفي بديل المادية الذي يأمله ناغل هو البشرية (personhood)، ليس كشيءٍ مشتق بل شيئًا جوهريًّا. وإذا كان الهدف هو فهم مكاننا الملائم في العالم فإن موضوع البحث في أنفسنا أكثر أهمية من موضوع البحث في العالم. ارتكبت المادية الخطأ الفادح في إضافة أنفسنا في النهاية الأخيرة فقط؛ كفكرة ثانوية، ويُشكر ناغل على الإشارة إلى هذا بوضوح تام يستحق الإعجاب. لكني أعتقد أنه يملك فكرة بتراء ومفتتة عن أنفسنا.

نعلم مما ناقشناه أن السبب الذي ندين له بوجودنا لا يمكن أن يكون الصدفة. يوافق ناغل على ذلك ولكنه لكي يتجنب فهم الغاية أو القصد بالمعنى الإنساني سعى نحو غاية طبيعية بدلًا من ذلك، حيث «تحدث الأشياء لأنها على مسار يؤدي إلى نتائج محددة ـ من أهمها، وجود الكائنات الحية

والواعية في النهاية»[1] وهكذا فقد أوجدنا هذا السبب كما لو أن ذلك كان مقصودًا، ولفعل ذلك لا بد أن يمتلك هذا السبب ما يعد بصيرة مذهلة، وكل هذا واضح. أضف إليه حقيقة أن هذا السبب لا بد أن يتضمن الفئات التي أشار إليها ناغل ـ العقل الواعي والكليات العاقلة والحس الأخلاقي ـ وإن كنت مكان ناغل، فسأرى الوصف الناتج بلا تردد ذاتًا شخصية.

وبالفعل كيف يمكن لشيء ليس بشخص أن يعرف الطريق إلى خلق الإنسان؟ وكيف يمكن لأي شيءٍ يريد أن ينتج شخصًا دون أن يفهم ما معنى ذلك؟

فإن كان الحل الواضح لكل ذلك هو الإقرار بحقيقة وجود ذات إلٰهية، فلم الذهاب إلى كل هذه المسافات المجهدة لحجب هذا الإقرار؟ بعد أن لمست أصابع أقدامنا هذه المياه الفاتنة من تصالح العالمين الداخلي والخارجي، لم لا نغطس فيها فحسب؟ لقد كشف ناغل في ١٢٨ صفحة فقط مدة ١٥٠ سنة من التفكير الغربي بمجرد التفكير الجدي بجوانب واضحة من الحالة الإنسانية. فلم لا نمضي أبعد من ذلك؟ بالتأكيد نحن مفكرون واعون نمتلك حسًّا أخلاقيًّا، لكن هذا الوصف ليس كافيًا؛ لأننا أيضًا أصدقاء وأحباء ومعطون وآخذون وحالمون ومتخيلون وقصاصون وفلاسفة ومناصرون ومدافعون ومتعاطفون ومضحون ومتهمون ومسامحون ومحاربون ومسالمون ومغنون ونحاتون ورسامون وموسيقيون وشعراء وعابدون وراقصون وممثلون وكوميديون وطباخون وصانعو خمور ومحتفلون ومنقذون ومطببون ومخططون ومنافسون ومخاطرون وطالبون للإثارة ومستكشفون وبناؤون ومبدعون وقادة وتابعون وتواقون ونادمون ومتذكرون وضاحكون وباكون... وكثير من الأوصاف الأخرى.

بعبارة أخرى، إن الغنى الهائل الذي يظهر لنا في العالم الخارجي يتممه تجربة داخلية لا تقل عنه غنى؛ كما لو أن الاثنين قد خلقا ليمضيا سويةً.

لقد فاض كأسنا.

---

(١) Nagel, Mind and Cosmos, 67.

لنتوقف لحظة ونخوض في الطرف غير العميق قبل أن نغطس في الطرف العميق. انظروا إلى الشكل (١٣,١)، سترون أشياءً تُميز فورًا على أنها أغراضٌ مصنوعة، حتى لو لم يكن لدينا فكرة عن ماهيتها. وهي فعلًا مصنوعة ـ من مادة أساسها السيليكا الصلبة مشابهة لحجر الأوبال. سأخبركم أن كلًّا منها دقيق الحجم بما يكفي ليستقر على طرف شعرة بشرية، وأظن أنك ستبدي موافقتك على أنها أغراض مصنوعة بإبداع وتعقيد تقني وأناقة شكلية (يظهر الشكل ١٣,٢ بعض التفاصيل القريبة). من أين أتت هذه الأشياء المصنوعة بإبداع؟ ربما تتصور مصنعًا ضخمًا للتقانة النانوية في وادي السيليكون؟ لو تصورت ذلك فستصعق لسماع أنها في الواقع أغلفة خارجية لطحالب (algae) مفردة الخلية تدعى المشطورات (diatoms). وهذا صحيح فإن المعامل التي أنتجت هذه القطع الفنية البديعة هي الخلايا الطحلبية المفردة التي عاشت ضمنها!



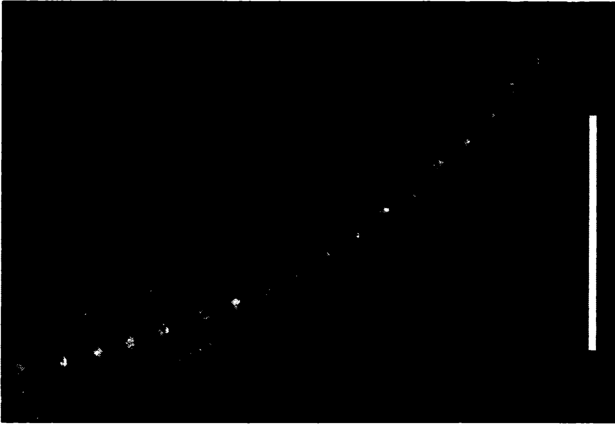
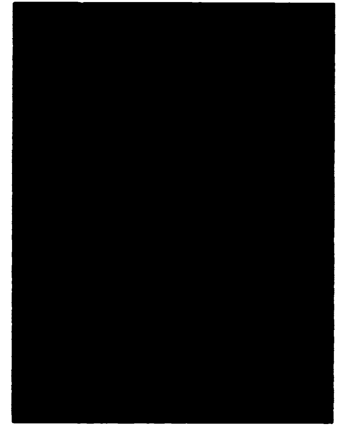



الشكل (١٣,١) عينة صغيرة من أغلفة خارجية لمصراعين (frustules)، والتي توجد في حوالي ١٠٠,٠٠٠ شكلًا منفصلًا.

تصف سارة سبولدينغ (عالمة بيئة في وكالة المسح الجيولوجي الأمريكية والتي اكتشفت عشرات الأنواع من المشطورات) عشقها لهذه الكائنات كهوس بدأ مع رؤيتها الأولى لها عبر المجهر. بكلماتها: «أعتقد أنه لو تمكن الناس الآخرون فقط أن يروا المشطورات، فسيكونون مهووسين بها مثلي»[1] وأنا أعرف هذا الشعور، فمجرد رؤيتي لصورٍ مماثلة حفزت لديّ شغفًا مشابهًا، كما لو أنني أرى أشياء من عالم آخر تقريبًا - كمصنوعات بديعة لحضارة فضائية خارقة. وتزيد البهجة بمعرفة أنك أول إنسان يرى ويصف أحد أشكال الحياة البديعة هذه!

---

(١) Sarah Spaulding biography, Diatoms of the United States, http://western diatoms.colorado.edu/about/participant/spaulding_sarah.

(باستخدام مقياس الصورة نفسه يستغرق بكسل واحد تدركه العين من شاشة آيفون ٦ ضعف هذه الطول)

الشكل (١٣,٢) صورة مقربة تظهر الدقة المذهلة لصنع المصراعين. التكبير نفسه في الصورتين، ويشير العمود الأبيض إلى طول واحد بالمليون من المتر أو واحد بالألف من الميلي متر.

ومن ثمَّ هناك فكرة مثيرة للاهتمام: ماذا لو كان هناك من أراد لنا أن نتبهج بخبرات من هذا النوع؟ بل ماذا لو أراد لنا أن نعرفه؟ وماذا لو أراد أن تكون هذه النشوة شيئًا أكثر عمقًا وشخصية من مجرد الاكتشاف، أي: أن يصبح عالمنا الداخلي متحمسًا لما في العالم الخارجي؟

ماذا لو أريد للعلم أن يكون كاللعبة المشوقة للبحث عن الكنز؟ ما الذي يجعل لعبة البحث عن الكنز المنظمة جيدًا ممتعة جدًّا، ليس فقط من حيث اكتشاف شيءٍ كان صعب الإيجاد ـ رغم أن هذا جزء من هذه المتعة ـ بل من حيث إيجاد شيءٍ كان مُعدًّا ليوجد وموضوعًا بذكاء كي يصعب إيجاده. المتسكع على الشاطئ مع كاشف المعادن يفوق لاعب البحث عن الكنز من حيث الربح المادي، لكن لاعب البحث عن الكنز يكسب شيئًا أكثر قيمة من العملات المعدنية والمجوهرات الضائعة؛ يكسب لاعب البحث عن الكنز صلةً شخصيةً مع الآخرين الذين لا يراهم لكنه يحس بهم ويقدرهم ـ ومن اللحظات الجميلة الأخرى عندما يستعمل الشخص عالمه الداخلي لتحريك عالمه الخارجي بطريقة خاصة للتعبير عن غرض الاحتكاك مع شخص آخر.

ربما لن نحظى أنا وأنت بفرصة جمع المشطورات من المياه البعيدة أو وضعها تحت أشعة مجهر إلكتروني قوي، ولا بأس في ذلك. عليك أن تحوز هذه الفرص النادرة المماثلة عند ظهورها، ولكن اطمئن فنحن محاطون بفرص يومية لاختبار هذا النوع من البهجة التي أتحدث عنها.

أذكر دهشتي الهائلة عندما كنت طفلًا أشاهد الذباب يمرح، والنمل يمشي على طول الآثار الخفية، والحشرات التي تقوقع نفسها ضمن كرات واقية إلى أن يزول الخطر، متسائلًا كيف يمكن أن يكون السلوك الحيواني لهذه المخلوقات الصغيرة كاملًا جدًّا. لذا تعلموا من الأطفال، وإذا زالت البهجة فأؤكد أن المشكلة ليست في أن الأعاجيب قد توقفت أو أن فهمك المتقدم قد أفرغها كلها من الغموض.

لا تدع الإنترنت يستبدل تجاربك المباشرة للحياة؛ بل استخدمه في توسيع خبرتك. مثلًا بعد الغطس، ألقِ نظرة أخرى على الأسماك. وأعني: أن تنظر إليها فقط، دون محاولة معرفة اسمها أو تصنيفها. أو في مرة ثانية صنفها باعتبارك متفرجًا على فيلم أكثر من أن تكون عالم أسماك، قد يدفعك هذا التمرين للتعجب. لماذا نجد أنفسنا على كوكب تُمثل الأسماك (من بين جميع الأشياء) بشكل جميل جدًّا الفئات الشعورية العظيمة في الأفلام والقصص والمسارح؟ هل أنت في مزاج لنمضي في الخيال؟ جرب سمك عقرب البحر ميرليت أو السمك الماندري (انظر: Plate ٣). أم أنك أكثر ميلًا للدراما أو الرومانسية؟ لا يمكنك التغلب على السمك السيامي المقاتل المشهور. ماذا عن الكوميديا؟ خياري المفضل هو السمك هامشي الرأس والسمك أحمر الشفاه batfish، وهناك خيارات عديدة أخرى. ماذا عن الرعب؟ يوجد أيضًا الكثير من الإمكانيات، واختياري هو السمك الفلكي الضخم (stargazer) والسمك ذو الأسنان النابية (fangtooth). وبالطبع سبق واعتبرنا السلمون الضخم سيد التراجيديا الملحمية.

ما الذي يجري هنا؟ لماذا هذا التجاوب القوي بين المظهر الجسدي

للأسماك وتكويننا العاطفي؟ ولماذا هذا الأمر شائع جدًّا في الحياة؟ لا نلاحظ فحسب أن الحياة أتت في مجموعة متنوعة هائلة من الأشكال؛ بل نلاحظ أيضًا أن العديد من هذه الأشكال تؤثر عميقًا في أنفسنا، كما لو أنها أعدت لتقوم بذلك. فرغم أن مجرد استنباطنا لحتمية ابتكار كل شكل مميز في الحياة أمر يدهش العقل لكننا بالمقابل نفوت إدراك شيء أهم بالقلب. ما لدينا في الحياة ليس مجرد دليلٌ على وجود مبتكر عظيم فقط بل الأهم من ذلك لدينا دليل على وجود خالق عظيم ـ خالق لم يزين الكون فكريًّا فقط بل أيضًا زينه عاطفيًّا، كما نفعل نحن في إبداعاتنا.

خاتمة

إذًا يبدو لنا العالم الأول ليس كعالم من المفكرين فقط بل عالم من الأشخاص، مكتملًا بالإنسانية ومتنوع الشخصيات. ولا ريب أن هذا العالم هو العالم الأغنى، ليس بمجرد المقارنة؛ بل هو الأغنى قطعيًّا، مما يجعل أي فكرة تدعي مجيء الشيء الأعظم من الشيء الأدنى تنتهي لتكون فكرة غير منطقية.

عندما نأخذ هذه الصورة الصحيحة للواقع، تصبح الاستنتاجات التي استنتجناها أكثر قوة. فقد قررنا أن البصيرة والغاية هي مكونات أساسية للابتكار، وميزنا بذلك الإرادة عن الصدفة، ونشعر طوال الوقت بالأهمية العميقة لهذا الفرق، إلى أن رأينا الآن مدى عمقه. فالمبتكرون ليسوا مجرد مبتكرين بل هم مبدعون، والمبدعون ليسوا مجرد مبدعين بل هم أشخاص. ومهما أصر الماديون على أن الشخص لا يعدو أن يكون مجرد ترتيب خاص لعناصر من الجدول الدوري، نعلم الآن خطأ رأيهم بيقين قاطع. لا يمكن اختزال فكرنا الخاص بأي عملية مادية لأنه سينهار لو افتراضنا العكس مباشرة. نحن أشخاص نسكن في أغنى العوالم، وهذا العالم الغني بالإنسانية التي توجد في كل منا، يلزم أن يأتي حتمًا من مصدر وافر بهذا النوع من الغنى.

لقد حصلنا على الجواب الذي كنا نبحث عنه، ويمكننا أن نشكر الأطفال على إعلانه. المصدر الذي أتى منه كل شيء آخر لا يسأل عنه بما ولكن يسأل عنه بمن. ومن بين ملايين الأنواع الحية التي تعيش هذه المغامرة المدهشة التي نسميها الحياة، فإن القدرة على فهم هذه الحقيقة الأهم هي منحة خاصة بنوعنا فقط. فيمكننا أن نفهم ولا زلنا نقوم بذلك منذ سن مبكرة. ينبغي علينا أن ندرك هذه الحقيقة، وعندما ندركها يجب علينا أن نتمسك بها. وربما علينا ألا نهتم كثيرًا بالتوترات الداخلية التي تبعدنا عن هذه الحقيقة ونهتم بالحقيقة ذاتها. تبدي هذه الحقيقة في النهاية كل ما يبين أنها حقيقة خيرة ولذلك ربما نردها لسبب غير حسن. إن كانت الإنسانية تكمن في مركز الحقيقة، وإن كان التجاوب بيننا وبين خالقنا بهذا العمق الذي رأيناه، فليست الزلفى منه ببعيدة.

من يدري؟ لعله يتفهم مشكلتنا مع السلطة الكونية.

الفصل الرابع عشر

المدرسة الجديدة

تدبر الأفكار السابقة أمرٌ نافعٌ في نهاية رحلة فكرية ناجحة. وبالتفكير فيما سبق فقد بدأنا بما بدا قليلًا جدًّا ولم يكن لدينا سوى السؤال المُعلق من أين أتينا ومعه العزم على اتباع الحقيقة للوصول إلى جواب هذا السؤال. لم تكن المشكلة عدم وجود جواب بل كانت المشكلة وجود جوابين أحدهما يناقض الآخر. في مرحلة طفولتنا أو منذ تلك المرحلة أكد لنا حدسنا بوجود التصميم استحالة أن تكون الحياة من غير صنع يد إلٰه، أو ذاتًا مشابهة. ورغم أنه حدس عام بين البشر يقوم خبراء الحياة الاختصاصيون بمعاكسته بشكل عام تقريبًا. لم يستطع أي أحد منا إزالة هذا الحدس؛ بل وكافح العديد منا للدفاع عنه ضد هذه المعارضة المحترفة ـ أو على الأقل كافح ليعلم إن كان يجب الدفاع عنه.

مستجمعين شجاعتنا انطلقنا لاستكشاف إن كان وراء هذا الحدس المتواضع أكثر مما تراه العين. نعلم من كل شيء في خبرتنا حتمية صحته، فبعض الأشياء فعلًا أفضل بكثير من أن تكون قد حدثت صدفة، وإذا كانت الخبرة تؤكد هذا المبدأ حتى بالنسبة للأشياء البسيطة مثل حجار البناء والأحذية، فكيف يمكن أن تكون الأشياء المتقنة مثل العناكب والحيتان استثناءات؟

والآن وبعد إضافة هذه الرحلة إلى خبرتنا فقد اكتملت تقريبًا، حيث نرى أن الكائنات الحية (بعيدًا عن كونها استثناءات) هي الأمثلة الأكثر إبهارًا لهذا

المبدأ. لم يتم أبدًا إنجاز أي وظيفة رفيعة المستوى دون أن يفكر أحدٌ ما في ترتيب خاصٍ للأشياء والظروف لغرض هذه الوظيفة بالذات، ثم يحول هذه الأفكار إلى فعل. العلامة المميزة لكل هذه الترتيبات الخاصة هي الترابط الوظيفي رفيع المستوى، والذي نعرف أنه لا يأتي إلا من البصيرة ـ ولا ينتج أبدًا عن طريق التصادف.

كانت إثبات صحة حدسنا بالتصميم أحد أهم الإنجازات عبر رحلتنا، لكن هناك إنجازات أخرى. فقد تذكرنا كيف يكون البشر علماء، وتعلمنا أن نتخلى عن الفكرة المثالية الطوباوية عن العلم، التي لا تشبه العلم الفعلي أبدًا. وبالمثل مع تأكد حدسنا بالتصميم أدركنا أن التفكير العلمي جزء مما نفعله بشكلٍ طبيعي؛ وأن مجتمع العلماء المحترفين يصيب في أشياء ويخطأ في أشياء أخرى، تمامًا مثل أي مجتمع آخر؛ وأن كل البشر علماء، وكل العلماء بشر.

ويتصدر هذه الإنجازات الإدراك الخطير بأن السبب العظيم لكل شيء في الوجود يكشف عن نفسه بجلاء، ليس قوةً مجهولة غير شخصية؛ بل إلٰهًا شخصيًّا جدًّا. ويتسق هذا الأمر مع حدس التصميم الشامل. لأن الخلق لا يتم أبدًا إلا بالبناء على ما هو موجود من قبل، والذات الجوهرية جدًّا في وجودنا تستوجب أن يكون وجودنا قد أتى من ذاتٍ لها صفات عاقلة؛ فالأشخاص لا يأتون إلا بفعل إلٰه شخصي.

كنا نملك الجواب الصحيح عن سؤالنا الكبير منذ طفولتنا، رغم أن كثيرًا منا فقده في مكان ما بين ذلك الحين والآن. ولحسن الحظ ما ضاع قد وجدناه الآن: ندين بوجودنا إلى الإلٰه الشخصي الذي يفهم وجودنا، ولم نكن وحيدين أبدًا.

لا شيء مما قد أقوله في الصفحات الباقية يوازي أهمية هذه الحقيقة المعاد اكتشافها، لذا لن أحاول ذلك. وآمل بدلًا من ذلك أن نساعد أنفسنا

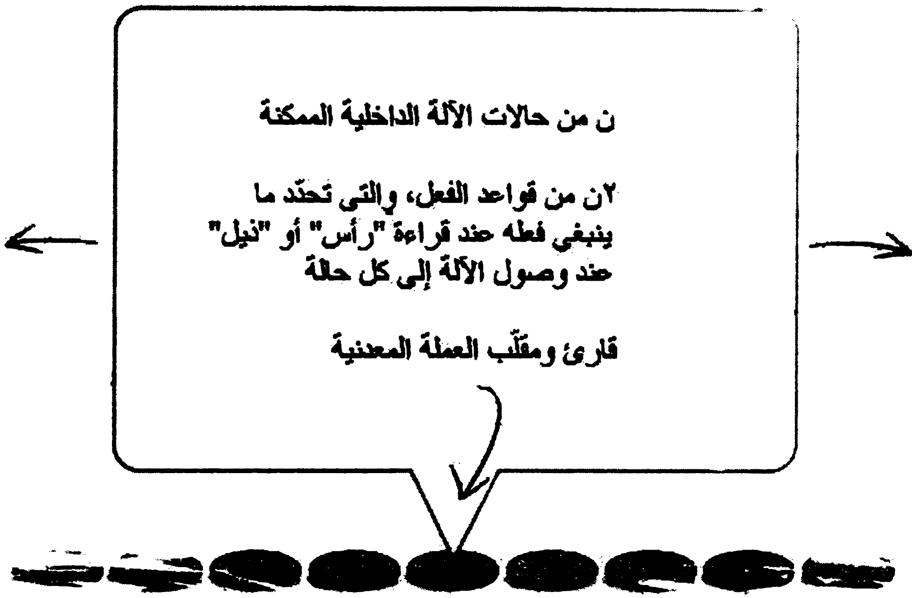
لنبدأ التفكير حول سعة أهميتها. عندما قلت في البداية أن سؤال من نحن مرتبط بشكل كامل مع سؤال كيف يجب أن نعيش، لم أعني ذلك من الناحية الأخلاقية. وبالتأكيد فإن الرسالة العدمية التي يبشر بها ديفيد باراش (David Barash) طلابه هي رسالة باطلة، لكن كما بدأنا نرى، فإنّ وجود الإلٰه وصلتنا العميقة معه عبر إنسانيتنا يكون له مقتضيات أكثر إثارة بكثير من واقع الصحيح والخاطئ.

لنشعر بذلك أريد الاختتام بتقديم رؤية خاطفة لمدى الإثارة في تحول البيولوجيا إن أخذ الفهم الصحيح مكانه ضمن الصورة الكبيرة. وإن أمكن تحويل البيولوجيا بهذه الطريقة، فلم لا يتبعها المجالات الأخرى أيضًا؟ وتقديم الادعاءات لهذه الجوائز يتطلب عملًا أكثر إجهادًا، لكن في الصفحات القليلة المتبقية آمل على الأقل أن أقنعك بأن الجوائز من هذا النوع التحويلي موجودةٌ فعلًا في انتظار من يطالب بها ـ مما يجعل الجهد المطلوب لها مستحقًّا للعناء.

لن نبدأ بالتفكير في البيولوجيا بل في مجال آخر ـ مجالٍ كان مفعمًا بحماس الحداثة منذ وقت غير طويل.

العقل فوق المادة

في منتصف ثلاثينات القرن العشرين، تشكلت أسس منهج كامل في عقل رجلٍ إنجليزي شاب اسمه آلان تورينج. ورغم تصور وبناء الآلات الحاسبة قبل ذلك، فقد كان اختراع تورينج مختلفًا وأفضل على الإطلاق. ففي حين اخترع الآخرون أشياء نافعة، اخترع هو الفكرة النافعة التي جعلت كل شيءٍ يعمل فجأة. آلته الفكرية، التي خلدت باسم آلة تورينج، أصبحت النموذج المُعَرِّف للآلات الحاسبة القابلة للبرمجة التي نعرفها باسم **الحواسيب** (الشكل ١٤,١).



الشكل (١٤,١) آلة تورينج (مفهوم الآلة) التي تحسب بقلب عملات معدنية مرتبة في صفٍّ طويل. أي شيء يمكن قلبه بين حالتين ماديتين منفصلتين يمكن أن يستعمل بدل العملات المعدنية، وهذا سبب تفكيرنا في الحساب بمصطلحات الرموز (أصفار وآحاد) بدلًا من الحالات المادية. من حالة بدئية تفعيلية، «تقرأ» الآلة العملة تحت المؤشر وثم تُفَعِل ما يوافق قاعدة الفعل. يمكن أن تتضمن الأفعال قلب هذه العملة و/أو تغيير الحالة الداخلية قبل التحرك إلى العملة المجاورة، سواء لليمين أو اليسار حسب ما تحدده القاعدة. بالأساس، يعمل صف العملات كذاكرة للمدخلات والمخرجات، وأيضًا من أجل إنجاز الحساب. الآلة مثل معالج CPU حاسوب حديث، لها بنية ثابتة يمكن وضعها في أي عدد كبير من الحالات الداخلية المؤقتة، ومن ثم تنقل نفسها تلقائيًا من حالة إلى حالة بتطبيق قواعد الفعل المدمجة على الحالة الكلية (بما في ذلك حالة أن تقرأ العملة). رغم أن الغالبية العظمى من آلات تورينج لا تقوم بشيء مهم، إلا أن هنالك مجموعة ثانوية خاصة تعرف باسم آلات تورينج الشاملة قادرة على إنجاز أي حساب خوارزمي، شريطة أن «تبرمج» بسلسلة من العملات التي تحمل المعلومات الصحيحة، إضافةً إلى عملات إضافية لتوفير ذاكرة عاملة كافية. مثل كل الاختراعات النافعة، تتطلب آلات تورينج الشاملة ترابطًا وظيفيًا شديدًا، مما يجعلها نادرة جدًّا ضمن فضاء آلات تورينج الواسع[1]

أصاب تورينج نجاحًا كبيرًا بحيث أن كل شيءٍ آخر، بما فيه كثير من معرفتنا العامة عن الحواسيب، تبين أنه قليل الأهمية. نعتقد أن الحواسيب

(١) قدّم روجر بينروز (Roger Penrose) عملًا ممتازًا في تطوير هذه الفكرة في كتابه: *The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Minds, and the Laws of Physics* (Oxford: Oxford Univ. Press, 1989).

أجهزةٌ بلوحات مفاتيح وشاشات من الخارج ورقائق سيليكونية من الداخل لأن هذه ماهيتها في خبرتنا. لكن هذه الأغراض المألوفة ليست إلا طريقة واحدة في صنع الشكل المادي لآلة تورينج. بل قبل ولادة تورينج بفترة طويلة، صمم تشارلز باباج (Charles Babbage) آلات حاسبة رقمية بتروس واسطوانات دوارة، ونسيت هذه الأشياء منذ فترة طويلة، لكن الاهتمام في أنماط الحساب لا علاقة له بالرقائق السيليكونية التي تقوم عليها. فما أضفى المعنى على كل هذه الآلات هي طريقة تورينج ذات البصيرة في فهم العناصر الأساسية المشتركة لكل أشكال الحساب الرقمي.

أصبحنا معتمدين على الحساب المرتكز على الرقائق السيليكونية في العقود الماضية، لكننا كنا دائمًا معتمدين بشكل مباشر أكثر على نوع آخر من الحساب، وهو النوع الذي يحصل داخل أدمغتنا. لا أشير إلى الحساب الذهني ولكن إلى العمليات المادية التي تجريها المادة الرمادية داخل جماجمنا. مثلًا كي يترجم الضوء الداخل إلى أعيننا إلى حس بصري واعٍ، يجب أن تتم معالجته أولًا بشبكة معقدة بشكل مذهل من العصبونات في الفص القذالي في مؤخر رأسنا. قد تفترض أن أسرار معالجة هذه الإشارة عرفت في البحث العلمي المعاصر عن الدماغ، لكن الحقيقة هي أن التفاصيل ما زالت غامضةً تمامًا. قال أحد الخبراء في ورشة حديثة عن وظيفة الدماغ: «في المعنى الأعمق، لا نعرف كيف تعالج المعلومات أو تخزن أو تستدعى» في الدماغ[1].

إن التعقيد المذهل لبنية الدماغ واتصالاته العصبية التي تبلغ مئات التريليونات هي بالتأكيد سبب بطء التقدم العلمي في هذا المجال، لكني أعتقد أن الأفكار الباطلة المتصورة مسبقًا هي سبب آخر. فالمادية بالذات تحتقر

(١) "Grand Challenge: How Does the Human Brain Work and Produce Mental Activity?," in *From Molecules to Minds: Challenges for the 21st Century; Workshop Summary* (Washington, D.C.: National Academies Press, 2008), www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK50989/.

التفكير في علم الدماغ بشدة كما في أي مجال آخر. حتى عنوان تلك الورشة كان «من الجزيئات إلى العقل» وهذا إعلان عن رأي ينسب العمليات العقلية إلى العمليات الجزيئية.

لم يخدع العديد من الخبراء المتميزين بذلك. فقد كتب مثلًا جيفري شفارتز، عالم في قسم علم النفس في مدرسة الطب (UCLA)، كتابًا بعنوان «العقل والدماغ» وفيه «يتحدى فكرة أننا مجرد إنسان آلي مبرمج بيولوجيًا ويثبت أن لدينا القوة [العقلية] لتشكيل أدمغتنا»(١) يجعلني أشخاص مثل شفارتز أعتقد أنه من الممكن إزاحة الرؤية المادية من موضع السلطة الذي لا تستحقه.

بنفس الوقت، أستطيع أن أرى كيف يقع الناس في شراك الرؤية المادية للعقل. حتى عندما كانت تقانة الحاسوب في مهدها، كانت هناك جاذبية مغرية في فكرة أن تكون الحواسيب «آلات مفكرة». فهي تبدو كأنها تفكر، على الأقل من حيث الوصول إلى الجواب الذي لا نصل إليه إلا بعد كثيرٍ من التفكير. وبما أن الأدمغة أشياء مادية، فهل يجب أن نشكك أنها أشياء مفكرة أيضًا، تنتج أفكارًا أكثر تعقيدًا وأقل آلية من الحاسوب، لكنها ليست أقل مادية؟

مهما يبدو ذلك معقولًا عند التفكير فيه من هذه الزاوية، فإن التجربة الذهنية في الفصل السابق تكشف مكمن المغالطة. والحقيقة الواضحة أننا نضع أفكارنا ضمن حقائق فكرية وليس ضمن حقائق مادية. لذلك فإن الزعم بأن الواقع الكامن وراء عمليتنا الفكرية هو واقع مادي يشبه الزعم بأن ما يحصل فعليًا عندما نفكر مختلف جوهريًا عما نعتقد أنه يحصل عندما نفكر. بما أن العالم الفكري هو مكان حدوث التفكير حتمًا إن حدث التفكير أصلًا، فإن

---

(١) J. M. Schwartz and S. Begley, *The Mind and the Brain: Neuroplasticity and the Power of Mental Force* (ReganBooks, 2003). Quoted from description on back cover.

افتراض كون هذا العالم غير حقيقي أساسًا إن أخذ على محمل الجد سيجبرنا على هجر التفكير باعتباره سعيًا لا طائل من وراءه. لحسن الحظ نملك بديلًا أكثر إقناعًا بكثير. عندما نقبل الحقيقة الجوهرية للعالم الفكري، نرى أن الحواسيب لا تفكر حقيقة. مثلما تعطينا فاتحة العلب المعدنية ومصائد الفئران والروبوتات المنظفة لبرك السباحة، انطباعًا أنها تعرف ما تقوم به، فقط لأن مخترعيها، الذين يعرفون ما تفعل هذه الآلات قد نقلوا ذكاءً إلى تصاميمهم. كما رأينا في الفصل التاسع، تكشف البنى الهرمية لهذه الاختراعات كيف فكر مخترعوها. فالحاسوب والتطبيقات التي يشغلها أمثلة واضحة على ذلك، وليست استثناءات لهذا المبدأ على الإطلاق.

أما الدماغ البشري فهو أمرٌ مختلف. إذ هو المكون الأكثر تميزًا في الجسم البشري، ويعده البعض الابتكار المادي الأكثر تفوقًا في الوجود. والأمر المذهل أكثر، أنّ الدماغ هو الابتكار المادي الوحيد الذي يعمل كوسيط بين العالمين المادي والفكري.

خذ لحظة كي تسري الرعشة في جسدك من أهميته. يحوي هذا الكون في حفنة المجموعات الهائلة من العناصر المتفرقة عددًا ثابتًا من نقاط الوصل بين العالم الواسع للأشياء والعالم اللامحدود للأفكار. أنت تعرف ذلك لأنك إحدى نقاط الاتصال هذه التي تعج بالنشاط الآن، داخل جمجمتك، ممكنة إياك من تجديد أفكارك انطلاقًا من رموز مادية على ورق أو شاشة إلكترونية.

من ناحية مادية صرفة، تعد نقاط الاتصال هذه لا شيء - حيث تفوقها النجوم في مجرتنا عددًا وحجمًا وقوةً، وهي بدورها ليست إلا مجرة من مئة بليون مجرة. لكن هذا التقييم ينقلب بمجرد أخذنا بعين الاعتبار كل الواقع. فلا تقاس الأهمية بالكيلوغرامات أو السنوات الضوئية لأنها مثل الحقيقة تنتمي إلى عالم الأفكار.

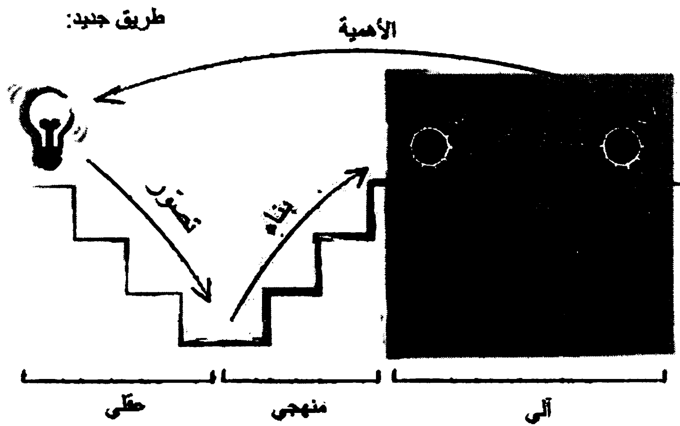
فالأهمية توزن فقط بالقدرة على إنتاج أفكار كبيرة. بمجرد إدراك ذلك،

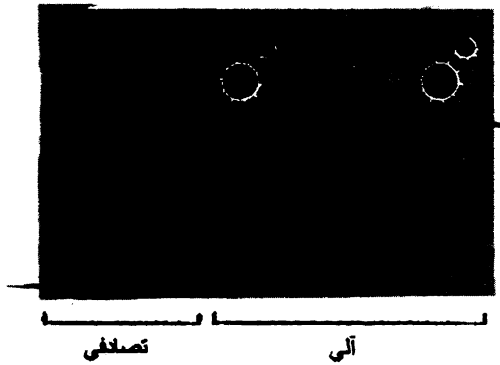
تتوضح الأهمية العميقة لهذه المواضع في الكون. نقاط الاتصال هذه أماكن ـ الأماكن الوحيدة ـ حيث يتصافح عالم الذرات وعالم الأفكار. يقابل الشاعر وحيه، ويلمس النحات الحجر، وتجد الأنغام الأوتار، وتتدفق الأفكار على الورق، ويشبع العطش، وتنتهي الوحدة.

فكل شيء ذو أهمية بالغة في كوننا يحدث قطعًا عند هذه النقاط الخاصة، وهذا سبب أننا نسمي ونعزّ مالك أي نقطة من هذه النقاط، وسبب احتفالنا بولادته وندبنا موته. لو كانت المجرات قادرة على إدراك معنى الكون فسيتركز انتباهها على كوكب صغير يدور حول نجم متوسط موجودٍ في ذراع صغيرة لمجرة حلزونية عادية كذلك. فما يوجد على هذا الكوكب الصغير يجعل هذه المجرة (التي اشتق اسمها من اللبن «اللبانة») مجرة استثنائية تمامًا.

طريقان:

بعد هذا الإدراك المثير، نصل إلى إدراك حكيم آخر في هذه النقطة. إذا استمرت المادية بالهيمنة على العلوم، فستستمر أبحاث الدماغ تدفع للسعي نحو شيء غير حقيقي؛ أي: الأساس الجزيئي للعقل. في تلك الحالة سنفوت فرصة كبيرة لتعلم ما هو حقيقي. بالطبع، سيكتشف ويصنف عدد من الحقائق والتفاصيل المادية في حال الاستمرار في هذا الطريق القديم، لكن لن يكون بالإمكان تحصيل الأهمية الكاملة لهذه الحقائق ما دمنا نعمل في ظل فهم باطل لماهية الدماغ. من ناحية أخرى، إذا أمكن أن تزال الغمامات بطريقة ما وأعيد توجيه هذه القافلة بأكملها إلى طريق جديد ـ طريق يبدأ بالحقائق البسيطة عن الحياة ويتبعها بالحقائق الاختصاصية ـ فربما نرى تقدمات هائلة في زمن قصير؟ بل وربما نجد أن الحقائق التي صنفت مسبقًا تضاف إلى شيء أكبر وأكثر ترابطًا عند تفسيرها وفق التصور الصحيح؟ إن هذه الإمكانية مثيرة للاهتمام (الشكل ١٤,٢).





الشكل (١٤,٢) تفسيرات الطريق الجديد والطريق القديم للشكل (٩,١) بإنكار كل النواحي الفكرية للابتكار البيولوجي، تقطع المادية الطريق على اعتبار أهمية الابتكار. وبخروج الأهمية من الحلبة، والغاية معها، ليس هناك الكثير مما يمكن قوله حول الابتكار باستثناء كيف يعمل وما هي تأثيراته.

وماذا عن بقية البيولوجيا؟ ففي النهاية فالطريق المادي القديم له طرق جانبية متفرعة كثيرة، حيث تدرس النواحي الخاصة من الحياة. إذا تصورنا الطريق الجديد، على بعدٍ معين، سنرى طرقًا متشعبة مشابهة. تشير علامات هذه الطريق إلى البكتيريا الزرقاء والمشطورات والبروتينات وآلاف المحاور الأخرى التي تحيط بجانبي الطرق الرئيسية. العلماء الذين يستقون دراستهم من أيٍ من هذين الطريقين سيسألون العديد من الأسئلة المتطابقة ويستعملون غالبًا نفس الطرق للإجابة عن هذه الأسئلة. فمثلًا سيكون البحث عن نوع

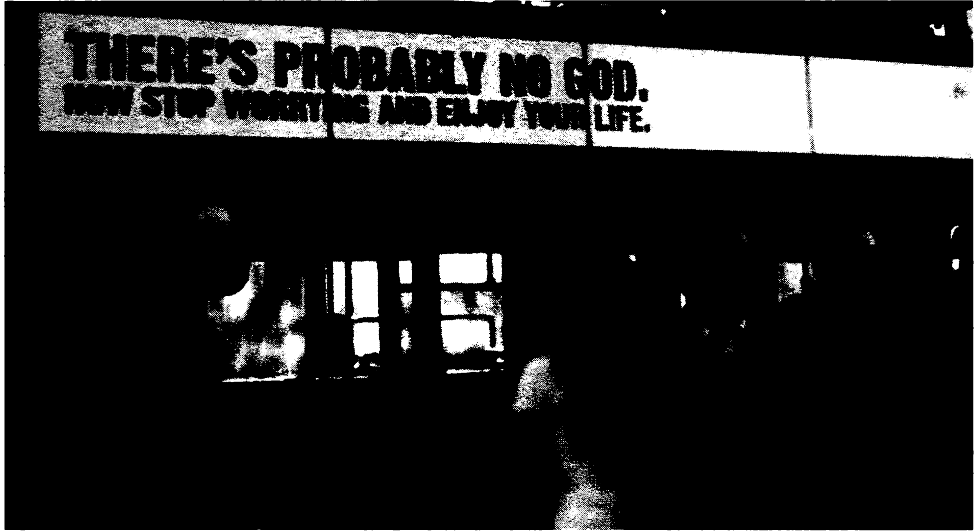
مشطورات جديد وطرق مشاهدة أغلفتها الخارجية المعقدة، متطابقًا في كلا المجتمعين. لكننا نتوقع وجود اختلافات كبيرة في الطرق التي تشير إلى وظيفة الدماغ.

لماذا هذه الفروقات الكبيرة؟ أحد الأسباب، أن البيولوجيون الذين مضوا عبر الطريق المادي إلى اختصاصاتهم لن يسألوا أبدًا؛ لماذا الأشياء على ما هي عليه، على الأقل ليس بالمعنى الأعمق للكلمة. إذا لم تكن المشطورات والحيتان والبشر أكثر من أوراق تطفو على الماء، متفرقة من مكان بدء مشترك فرقها التيار المتموج، فالأسئلة عن غايتها ستكون في غير محلها. يمكننا التحدث عن كيف أتت هذه الورقة هنا وتلك الورقة هناك، لكن بما أن مسائل كيف تستعار أهميتها عمومًا من مسائل لماذا، فهذا ليس سبيلًا ملهمًا للاكتشاف. لإضافة حفنة إضافية من الملل، ستبدو الأجوبة الداروينية عن سؤال كيف متشابهة جميعًا بعد أن تسمع قليلًا منها. أرى أن السبب الوحيد للحماس على الطريق المسمى التطور هو عدم إمكانية رؤية الحياة فعليًّا بهذه الطريقة البليدة. فالحياة جذابة جدًّا بحيث أنها أصبحت التوابل التي من دونها ستكون الوجبة دون نكهة.

خمر مجاني

هذا الانقطاع العميق بين الفهم الدارويني للحياة والفهم الحقيقي الذي يستحق انتباهًا أكثر مما يمكنني أن أقدمه الآن. أتذكر الإعلانات التي مولها داوكنز والتي ظهرت على جوانب حافلات لندن، معلنة بالألوان البراقة، «ليس هنالك إلٰه على الأرجح، فتوقف عن القلق واستمتع بحياتك» (الشكل ١٤,٣). وهذا منطق يثير الاهتمام فأنت أيها الإنسان مجرد منتج ثانوي لا معنى له من الطين المنتشر في بركة قديمةٍ ما، وقريبًا سوف تعود إلى المواد الكيميائية الميتة التي تجشأت أسلافك، إذًا... فامض واستمتع بحياتك! بقدر ما تبدو هذه النصيحة غريبة للأشخاص الذين لا يرون الأشياء كما يراها داوكنز، فستتقبل إن كنت تتظاهر أن الاستمتاع بالأشياء الجيدة لا

ينطوي على أي واجب لتقدير مصدرها. بالنسبة لمعظمنا هناك الكثير مما يمكن الاستمتاع به في الحياة؛ بل إن هذه النعمة معتادة جدًّا بحيث أن العديد منا يعتبرها أمرًا مفروغًا منه. وبالقيام بذلك فقط [أي: اعتبار هبة الحياة أمرًا مفروغًا منه] لا يتردد الملحدون من شاكلة داوكنز بقرن خمر اللذة هذه مع أي طبق من التفسير يجدونه مستساغًا ولو كانا متنافران جدًّا. أنا وأنت قد ننفر من الطعام على أطباقهم، باعتبار أننا فكرنا واستنتجنا بأنه يسلب الحياة كل الأمل والمعنى، لكن هذا الموقف لأننا نأخذ هذه المقتضيات بجدية أكثر بكثير مما يفعلون. بالنسبة لهم فإن الطبق مجرد عذر لاستمرار إعادة ملء كؤوسهم بخمر اللذة.



الشكل (١٤,٣) ريتشارد دوكنز يقف مع مبتكرة الإعلان أريان شيرين أمام أحد حافلات لندن التي تحمل الرسالة «المسالمة والمتفائلة».

أحترم نسخة ناغل من الإلحاد احترامًا كبيرًا، حيث يُعترف بالرغبة بشرب الخمرة وفق رؤيته الخاصة، لكن ليس دون الالتزام الواضح بالعيش على طبقه الخاص. أخذ هذا الالتزام جديًّا أمرٌ محترمٌ وخطير ـ ففي النهاية قد لا يكون هناك طبق يبرر أخذ الخمر وفق رؤيته الخاصة.

وأعتقد أن الوضع في البيولوجيا يوازي انقطاع داوكنز. كل البيولوجيون مدهوشون جدًّا بالحياة، وإلا لن يكرسوا أنفسهم لدراستها. المشكلة هي أن عظمة الحياة واضحة جدًّا بحيث أنهم يميلون لاعتبارها أمرًا مفروغًا منه، فيدفعونها إلى الخلفية ليفسحوا مجالًا لنظرياتهم الأكاديمية. لكن بدلًا من متابعة مقتضيات نظرياتهم لنهايتها المنطقية، يفصل البيولوجيون الأمور عن بعضها في حجر مختلفة. نعم الحيتان منتج القوى المادية العمياء التي ليس لها القدرة على تصور الحيتان، ونعم إنها تذهلنا عند مشاهدتها. ولا تفكر كيف تتلاءم هاتين الحقيقتين سويةً، فقط تظاهر أنهما تتلاءمان، فالحياة بلا معنى، أليس هذا جميلًا؟

مدرستان

كان لدى قلة قليلة فقط من علماء البحث العلمي الفرصة لمعارضة هذه الرؤية المتخلخلة وذلك بدراسة الحياة بانفتاح باعتبارها شيئًا مصممًا بوضوح وذكاء. وأنا واحد منهم، وأستطيع أن أعد الآخرين على أصابعي[١] هناك عدد أكبر ممن يرغبون بهذه الفرصة، كما يتبين بين حين وآخر بورقة علمية تتجاوز نظام الرقابة في مجلة علمية محكمة. أحد الأمثلة الحديثة هو وصف لهندسة يد الإنسان كونها «التصميم الملائم من الخالق لإنجاز العديد من المهام اليومية بطريقة مريحة»[٢] تجذب مثل هذه الانتهاكات أكثر الأحيان المخبرين، الذين يوجهون دائمًا توبيخًا. يجب أن يقرر كل شخص ما يمكن أن يفعله تحت ظل راية المادية، وهم يعلمون أنهم إذا تجاوزوا الحد كثيرًا فيمكن أن يفقدوا حتى أدنى الفرص التي امتلكوها سابقًا.

---

(١) سيكون من دواعي سروري إن أدركت أنّني بالغت في ندرة البيولوجيين في المؤسسات البحثية الذين لديهم حريّة العمل خارج حدود المذهب المادي، وكحالتي يجب على الجميع ضمن هذه المجموعة الصغيرة من العلماء التوجّه لخارج المعاهد المؤسساتية الكبيرة ليتحرّروا من نفوذها.

(٢) M.-J. Liu et al., "Biomechanical Characteristics of Hand Coordination in Grasping Activities of Daily Living," *PLoS One* 11, no. 1 (2016), doi:10.1371/journal.pone.0146193.

يدلنا على ذلك قصص من حالات حقيقية حدثت مرارًا وتكرارًا. بعد نشر هذه الورقة العلمية عن يد الإنسان بشهرين، تم سحبها ـ ليس من قبل المؤلفين بل من قبل المجلة (*PLoS One*)، وليس لأي خطأ اختصاصي يمكن وصفه، فقط بسبب «مسائل تخص الدقة العلمية والتقديم واللغة»(١) وتشبه هذه الجملة كثيرًا النبرة المبهمة للتحيز. وبما يتفق مع ذلك، ذكر قرار سحب المقالة اعتراضًا واحدًا معينًا: «بعد النشر، أبدى القراء مخاوف حول اللغة في المقالة التي تشير إلى «خالق»(٢) من الواضح أن (*PLoS One*) تسير حيثما يأمرها المخبرون.

الآن، إذا كان هناك قاعدة معروفة وتطبق بانتظام، تُحرّم الإشارة إلى الإلوهية في الورقات العلمية، فسأفترض أن الأفعال من هذا النوع معذورة. لكن بدلًا من ذلك هناك معيار مزدوج مفضوح. منذ عقدٍ، كُرِّست سبعة عشر صفحة في مجلة (Gene) للتشدق ضد التصميم الذكي مع كثير من الكلام حول الإلٰه ـ وكله سلبي، بالطبع. في الصفحات مراجعة القرناء (peer-reviewed) لهذه المجلة المحكمة، سُمِح لإيميل زوكيركاندل بالحديث عن آرائه دون مقاطعة من شرطة الرأي. «كرونوس هو إلٰه لا يمكن أن ينكره أي إلٰه آخر. ولا يمكن أن ينكره إلٰه اليهود... وليس هناك إلٰه يمكن أن يكون كلي القدرة»(٣) ظلت هذه الورقة عشر سنوات، وما زالت موجودة ولم تسحب. ربما لم تثر مخاوف عند أي أحد.

أفترض أنه يمكنني تحويل هذا الكتاب إلى احتجاج مُثبت ضد الثقافة التي تولد كل هذا الظلم، لكنه ليس الكتاب الذي شعرت أنه يجب كتابته. بل هدفي إظهار أن هناك رؤية للحياة أكثر إقناعًا بكثير من النظرة المادية وأن هذه النظرة المقنعة فطرية أيضًا ـ نعلمها منذ الطفولة ـ وتبقى مغروسة بعد ذلك حتى

---

(١) *PLoS One* Staff, "Retraction: Biomechanical Characteristics of Hand Coordination in Grasping Activities of Daily Living," *PLoS One* 11, no. 3 (2016), doi:10.1371/journal.pone.0151685.

(٢) *PLoS One* Staff, "Retraction."

(٣) E. Zuckerkandl, "Intelligent Design and Biological Complexity," *Gene* 358 (2006): 2 -18.

أن نكرانها يستدعي جهدًا جبارًا. لتحقيق هدفي ركزت أولًا على الحياة عمومًا ثم على البشرية خصوصًا، آملًا أنه عندما يرى القراء مدى متانة الحقائق البسيطة حول الحياة والحياة البشرية، سيلهمهم ذلك للبحث عن الحقائق الأخرى الضرورية لفهم الواقع. بعبارة أخرى، آمل ببدء عملية البحث والتقصي، وليس إكمالها.

بالنسبة للحياة عمومًا، ستضفي المشاركة العالمية في هذا البحث الجاري حيوية جديدة على دراسة الحياة. في المقام الأول، ستصبح أسئلة لماذا، التي لا مكان لها في الطريق القديم، هي اللب الفكري للطريق الجديد. وإلى أن يصبح هذا الطريق عامرًا، لا بد من بعض الخيال لتصور كيف يمكن أن تكون الأمور. إحدى الطرق لتخيل بيولوجيا الطريق الجديدة هي بمقارنة منهج هندسي، حيث أسئلة لماذا أساسية، مع نسخة تخيلية من الطريق القديم لنفس المنهج. للقيام بذلك، تصور أن كل البشرية عانت فجأة من شكلٍ انتقائي جدًّا من فقدان الذاكرة فمحيت كل المعرفة عن الحواسيب. لتتويج هذه الكارثة المتصورة، افترض أن كل المعرفة الموثقة حول الحواسيب قد اختفت - كل شيء من المواقع إلى الكتب المدرسية إلى الفيديوهات. في لحظة سابقة كان لدى البشر فهم عميق للحواسيب، لكنهم يجدون أنفسهم الآن في حالة من الجهل، متعجبين من هذه الآلات المعقدة ومتسائلين عن كيفية عملها.

تبدأ أعداد متزايدة من الأشخاص ذوي التفكير الاختصاصي في فحص هذه الأجهزة الكهربائية الغامضة، وتبدأ مدرستان فكريتان بالانبثاق. تعتنق المدرسة القديمة (على الطريق القديم) رأي أن الحواسيب وجدت بالصدفة، عبر التقاء ظروف محظوظة غير مقصودة، في حين أن المدرسة الجديدة تلجأ لحدس التصميم الشامل، فيرون أن الحواسيب مبتكرة لأنها تظهر كل العلامات الرئيسية للاختراعات. يقضي طلاب المدرستين وقتهم يلاحظون ما تفعله الحواسيب قبل الانتقال إلى التجريب، حيث يحاولون فهم كيف تُمَكنها الأجزاء المختلفة من القيام بما تفعله.

وهنا نبدأ برؤية المدرستين المختلفتين تودي بطلابها إلى اتجاهين مختلفين جدًّا. يجد طلاب المدرسة القديمة أنفسهم في مختبر علوم الحاسوب محاطين بواجهات عرضٍ مغبرة لحواسيب نصف مفتوحة عليها لصاقات باهتة تسمي الأجزاء الرئيسية. ومكان الشرف في مقدمة الغرفة مخصص لعرضٍ أكثر إبهارًا: مجموعة من الرقاقات المكروية مرتبة وفق عدد سيقانها، وكل منها مغروز بدبوس ومعرف باسم لاتيني مكتوب بخط اليد. وهم يعملون مثنى مثنى، يحاول علماء الحاسوب الشباب نزع قطع صغيرة من اللوحات المأخوذة من الحواسيب الميتة، ورسمها بدقة في دفاترهم المخبرية، وهم يعلمون أن عليهم تذكر أسمائها الاختصاصية وموضعها من أجل اختبار يوم الجمعة. الجامعات البحثية الكبيرة مشغولة بعمل أكثر تقدمًا بكثير، بالطبع. حيث يُستعمل التصوير الحراري لرؤية مدى إنتاج أجزاء الحاسوب المختلفة للحرارة في الزمن الحقيقي وكيف يعتمد ذلك على التطبيق التي تشغله. بل يمكن لهؤلاء العلماء الكبار أيضًا قراءة الأصفار والآحاد من قرص صلب كامل واختبار تأثيرات تغيير صفر إلى واحد والعكس. وكل ذلك تقانة رفيعة جدًّا.

لكن ما فات كل علماء الحاسوب من المدرسة القديمة، رغم عملهم الشاق، هو المسألة المهمة لفهم ماهية الحاسوب. فإن معرفة مِمَ يصنع الحاسوب ونوعية الأشياء التي يمكن أن يفعلها شيء، ومعرفة ماهيته شيء آخر. للأول بعض الأهمية، لكن تلك الأهمية محدودة جدًّا مقارنة بالثانية. ولو نشأ آلان تورينج الصغير في هذا العالم المتخيل، فسنفقد الكثير. كل المفكرين يعطون سياقًا لما يفكرون فيه، وعندما يكون جزء من هذا السياق الافتراض غير المفند بأن الأشياء المدروسة ناجمة فقط عن أشياء أخرى، فسيتم التغاضي حتمًا عن الأفكار والتي قد تكون السبب الحقيقي.

يبدأ قصر النظر من هذا النوع بفشل الاستماع للأدلة. عندما ننبذ حدسنا بالتصميم نفقد المنبه الأكثر قوة الذي نعلم به خطأ الطريق الذي نسير فيه. وبإسكات هذا المنبه، قد يستمر العاملون في الطريق القديم لعدد من الأجيال، مطمئنين من إنتاجيتهم بالإشارة إلى النمو المستمر للمعرفة، دون التوقف

للتفكير في الفرق بين المعرفة والفهم. من المثير للسخرية، أن قصور منظور المدرسة القديمة يأسر عملها بضمان أن هدف المعرفة الكاملة لن يتم الوصول له أبدًا.

فلا نهاية للطريق القديم.

لمحة على الجديد

لدي شعور قوي بأن الطريق الجديد لا نهاية له أيضًا، لكن فقدان النهاية هنا أمر جيد جدًّا. سنرى الآن لمحات من الطريق الجديد، كما أن عالمًا قد يأخذ أحيانًا طريقًا جانبيًّا من الطريق القديم ويبتعد مسافة طويلة بحيث يصبح على مرمى حجر من الطريق الجديد، ربما دون إدراك ذلك. وأفكر بعالم الفيزياء من جامعة برينستون ويليام بيالك، الذي يرأس فريقًا بحثيًّا يقيس مدى جودة إنجاز الوظائف البيولوجية المختلفة بالنسبة للمعيار الرفيع للكمال الفيزيائي، حيث يقول:

> «وبشكل مدهش، عندما نقوم بذلك (وليس هناك الكثير من الحالات التي يتم فيها ذلك!)، يصل أداء النظم البيولوجية غالبًا إلى بعض الحدود المحددة بالمبادئ الفيزيائية الأساسية. في حين أنه من الشائع رؤية الآليات البيولوجية كسجل تاريخي للتسويات التطورية والنمائية الوسط، فإن هذه المشاهدات للأداء الوظيفي تشير إلى رؤية مختلفة للحياة تنتقي مجموعة من الآليات المثالية تقريبًا لمهامها الأكثر حرجًا... فكرة الأداء قرب الحدود الفيزيائية تعبر العديد من مستويات التنظيم البيولوجي، من الجزيئات المفردة إلى خلايا الإدراك والتعلم في الدماغ، وقد حاولت المساهمة في هذا المجال الكامل من المشاكل»[1]

بعبارة أخرى في حالات التصميم حيث يرغب المهندسون البشريون في

---

(١) William Bialek biography, Princeton University website, www.princeton.edu/~wbialek/wbialek.html.

دفع حدود الإمكانية الفيزيائية إن أمكنهم، نجد غالبًا أن النظم البيولوجية تعمل عند هذه الحدود أو قربها.

هناك المزيد من التفاصيل لهذا الرأي لا يمكن أن أعبر عنه في كلمات قليلة، وقد يميل البعض لصرف النظر عنه من أجل هذا السبب. لفهم كامل للفكرة، عليك أن تنظر بعمق شديد إلى عوائق التصميم وأغراض الفعل. فمثلًا تجد أن سيقان الغزال لا تدفع الغزال للإسراع بسرعة تقترب من سرعة الضوء (حد السرعة الفيزيائي المطلق)، لكن كذلك لن يشرع المهندسون البشريون في صنع مركبة تسير على جميع تضاريس الأرض وتتحرك بسرعة قريبة من هذه السرعة. من ناحية أخرى، تصل عيون القطة الحد الفيزيائي لحساسية فوتون واحد، وتحقق قرون استشعار ذكور عث معينة حساسية كشف جزيئة واحدة من الفيرمونات الجنسية، وتصل بعض الإنزيمات الحد الفيزيائي للبراعة ـ بمعالجتها لجزيئاتها المتفاعلة بسرعة مماثلة لما يمكن أن تصله سرعة انتشار هذه الجزيئات. بالنسبة لأي شخص يدرك تحديات التصميم، فإنّ القائمة الطويلة من أمثال هذه الحقائق المدهشة في البيولوجيا قائمة مذهلة جدًّا.

بما أن كل هذه الحقائق تأتي من المدرسة القديمة، وتوضع بثبات على الطريق القديم، قد تتساءل عن فوائد نقل البيولوجيا إلى مدرسة جديدة على الطريق الجديد، وهنا أعود إلى صورتنا الذهنية. الخسارة الأعظم التي سببها علماء الحاسوب في المدرسة القديمة المتخيلة ليس نقص المشاهدات كدخلاء يحدقون في موضوعهم بل استثناء أنفسهم من أن يصبحوا مطلعين ـ أي: فهم موضوعهم بعمق كافٍ ليصبحوا ممارسين فيه. لكني اقترح أن الالتزام المادي استثنى بشكلٍ مماثل البيولوجيين من المشاركة في مناهجهم، لا أعني أن البيولوجيين سيصممون ويبنون أشكال حياة جديدة إذا لم يأخذهم داروين في الطريق الخاطئ[1] بل أعني أن البيولوجيين سيفهمون الآن ما هي الحياة

---

(١) رغم قدرة العلماء لعقود من الزمن على إجراء تغييرات مُصمّمة في الـDNA تتم بواسطة بعض المتعضّيات، لكنّ هذا لا يقترب أبدًا لإدراك وتصميم شكل جديد من الحياة، وفي الواقع بعد استنتاجنا أنّ العقل ليس له أساس مادي، نتوصّل إلى نتيجة بأنّه من المُستحيل للبشر ابتكار العقول، =

بوضوح كافٍ يلهمهم تقديرًا فكريًّا أعمق للحياة. ستلقي هذه البصيرة، المفقودة تمامًا من بيولوجيا اليوم، ضوءًا جديدًا على كل المناهج الفرعية. وعدم وجود مثل هذا التأثير الشامل في شيء جوهري جدًّا أمر لا يتصور[1]

انظر إلى المعرفة الرائجة عن الجينات والدنا. كما يعتقد معظم الناس أن العلماء قد اكتشفوا كيف يعمل الدماغ، كذلك يعتقدون أن العلماء اكتشفوا كيف يعمل الدنا. ومن خلال ملاحظتي العَرضية، يعتقد معظم غير العلماء ـ وبعض العلماء أيضًا ـ أن المخطط الذي تتشكل منه كل الكائنات الحية مكتوب على جينوم الفرد بلغة الجينات. وبالتالي فإن الإوز يزبط لأن لديه جينة الزبيط (صوت الوز)، وتنبح الكلاب المنفعلة لأن لديها جينة الانفعال. كذلك، وفق النظرة الرائجة، تلقى الأشخاص الذين يستطيعون الغناء أو الصفير هذه القدرات بتلقي الجينات الموافقة لها. وقد أصبح القالب الرئيسي لتعيين كل سماتنا علنيًّا بعد نشر الجينوم البشري، وحسب هذا الافتراض، كل ما بقي هو إنهاء مهمة ربط الصفات بالجينات وتمكين كل شخص من قراءة وتفسير مخططه الشخصي.

من وجهة النظر هذه، سيصدم معظمنا بمعرفة الحالة الحقيقية للجهل المتعلق بالدنا. فرؤية أن معظم جوانب الكائنات الحية يمكن عزوها بانتظام إلى جينات معينة رؤية يعلم علماء الوراثة أنها زائفة منذ زمن طويل، وهي أول أسطورة دنا تسقط. أما الثانية، والتي لم تسقط إلا مؤخرًا، فهي أن العلماء لم يكن لديهم حتى فهم واضح لماهية الجينة. دون مبالغة، مقالة حديثة في مجلة

= ولذلك بنفس الاستحالة لا يمكن للبشر ابتكار متعضيات ذات عقول. نقوم بابتكار الأفكار مُباشرة، وبعض تلك الأفكار تلهِم ابتكاراتنا المادية، ولكنّ العقول ليست أشياءً مادية أو أفكار؛ بل هي كيانات لا مادية تمتلك أفكارًا.

(١) يتجلى الخطأ الشائع في التفكير بأنّه من غير المُمكن إطلاق مدرسة الفكر الجديدة إلى حين قدرتها على تقديم أوصاف فيزيائية لأصول أشكال الحياة المُختلفة لتحلّ مكان الأوصاف الفيزيائية التي قدّمتها مدرسة الفكر القديمة، في التأكيد على عدم وجود ما يمكن قوله عن الحياة بعيدًا عن الأوصاف الفيزيائية للعمليات الفيزيائية وهو تمامًا الادعاء موضع التحدّي في مدرسة الفكر الجديدة. أي: فتح الباب للأسئلة الأغنى فكريًّا التي تحفّ الأفكار الكامنة وراء الحياة، وبذلك تنطلق المدرسة الجديدة باتجاه مختلف كليًّا. لا يحظى السؤال القديم عن كيف ستبدو حوادث النشوء المختلفة إن التقطت بواسطة الفيديو بمكانة عالية في أولويّات المدرسة الجديدة.

العلوم والتربية نصت على أن «مفهوم الجينة في أزمة حاليًا»[1] حيث تبين أن الصورة البسيطة للجينة كجزء من الدنا يرمز بروتينًا، كما ذُكر في الفصل الثالث، لم تعد تنطبق إلا على البكتيريا. لإعطائك فكرة عن مدى انتقال التفكير الحالي من تلك الرؤية البسيطة في السنوات الأخيرة، انظر إلى هذا المقتطف من مقالة رائدة في مجلة أبحاث الجينوم (Genome Research):

> «إحدى الاستعارات التي تزداد انتشارًا لوصف الجينات هي التفكير بها ككودات فرعية في نظام تشغيل حاسوبي كبير. أي: أنه لدرجة ما، نوكليوتيدات الجينوم موضوعة سويةً في رمز يتم تنفيذه عبر عملية الانتساخ والترجمة، ويمكن التفكير بالجينوم كنظام تشغيل للكائن الحي. وبالتالي فالجينات هي الرموز الفرغية في هذا النظام الكلي والتي تستدعى بشكل متكرر في عملية الانتساخ»[2]

واقع إمكانية التعبير عن مثل هذه الأفكار أو أفكار مشابهة لأفكار ويليام بيالك تحت راية المادية أمر جيد. تبرز المشكلة عندما يرغب الناس بتناول هذه الأفكار الجذرية جديًا. ومثلًا إن كانت الجينومات فعلًا مثل أنظمة تشغيل، فإن التفكير أنها تحمل مخططات بناء أجسام المعالجة خاطئ كفكرة أن نظام تشغيل الآي فون يحمل مخططات صناعة الآي فون نفسه. وإذا سمحنا لأنفسنا بتناول هذه الفكرة جديًا، فإن فكرة أن الطفرات الجينية بدلت كائنًا بدائيًّا إلى كل أشكال الحياة الحديثة تصبح فكرة محيرة؛ بل واعتمادًا خاطئًا على أسباب الصدفة. تحول آي فون ٥ إلى آي فون ٦ بتحديث نظامه التشغيلي أمر مستحيل حتمًا - ببصيرة أو بدونها. بتطبيق هذا المبدأ على الحياة نصل إلى ما هو أبعد من استنتاجنا بعدم إمكانية أن تكون الحياة المعاصرة نتيجة طفرات بالصدفة - بل يقتضي استحالة أن تكون منتج طفرات بالمطلق.

---

(١) L. M. N. Meyer, G. C. Bomfim, and C. N. El-Hani, "How to Understand the Gene in the Twenty-First Century?" *Science and Education* 22, no. 2 (2011): 345-74.

(٢) M. B. Gerstein et al., "What Is a Gene, Post-ENCODE? History and Updated Definition," *Genome Research* 17 (2007): 669-81,
http://genome.cshlp.org/content/17/6/669.full.pdf+html.

فإذا كان هذا ما تقودنا إليه الأفكار، فهل يجوز لنا المضي فيها؟

فكرتي ـ رجائي ـ هي أن العلماء لا يجب أن يشجعوا فقط تطوير الأفكار التي تمس البيولوجيا بشكلٍ عميقٍ جدًّا بل أن يأخذوا هذه الأفكار أيضًا على محمل الجد فيختبرونها ويزيدوا عليها. لا بد من الترحيب بهذا النوع من الجهود كعلامة أكيدة على أن المجتمع العلمي حيّ وسليم، وإذا أمكننا الموافقة على ذلك، فنحن أمام أيامٍ براقة في المستقبل. بل إنني مقتنع أن أفضل أيام دراستي للحياة ليست الأيام التي قفزت بها في ذلك المختبر تحت إشراف ماكس بيروتس إلى الشهرة الدائمة ـ بل الأيام عندما ستكشف أصغر أجزاء الحياة أمام البشرية للمرة الأولى. الأيام الأفضل، التي لم تأتي بعد، ستكون تلك الأيام عندما تنتظم كل الأجزاء في مجموعة من المبادئ التنظيمية التي يبدو من خلالها كل شيء منطقي فجأة.

البيولوجيا تنتظر آلة تورينج.

الصالح العام

إنّ عدم الإجابة عن أعمق الأسئلة في البيولوجيا يعني أنها ما زالت مطروحة حتى الإجابة عنها. وأي شخص يعنى بفحص الحقائق بدقة سيرى أن الأجوبة القديمة كانت خاطئة. إلا أنها محيت الآن من عقولنا على أية حال ولا بد أن نجلس لنأخذ الاختبار مجددًا، بعقول جديدة وحلول جديدة. بعد أن تعلمنا الكثير منذ أيام داروين، لنا كل الحق بالتفاؤل هذه المرة. وبالحديث كعالم، لا يمكن أن أفكر برسالة أكثر جاذبية لنقلها للشباب الذين لديهم القدرة الاختصاصية.

لكن بالحديث كإنسان أرى أحيانًا جمالًا أكثر. نعم الأسئلة الأعمق في الدراسة العلمية للحياة ما زالت مطروحة، وهذا الأمر مثير للعقول الاختصاصية. لكن الحقائق الأعمق عن الحياة بحد ذاتها والحياة البشرية بشكل خاص، لم تكن مجهولة أبدًا، فهي ليست محصورة بالذكاء العالي. بعض الأشياء لا يمكن رؤيتها بالطبع إلا بالوقوف على أكتاف العمالقة، لكن معظم الأشياء الجوهرية كانت مرئية دائمًا بالوقوف على الأرض.

شكر وعرفان

خالص الشكر لكثير من الأشخاص الذين قدّموا لي العون بأشكال مختلفة، وأقدّم شكري أولًا لوكيلي جايلز أندرسون لمجهوده في المراحل المبكرة لانطلاق الكتاب، وإلى مُحرّرة كتابي كاتي هاملتون التي أشرفت على كامل المشروع في (HarperOne) وإلى المُحرّر التنفيذي ميكي ماودلين الذي أوصى بتغييرات بناءة على المخطوط واتضح أنّها مفيدة جدًّا. أشكركما! اهتمام نويل كريسمان بالتفاصيل حسّن الكتاب للغاية في مرحلة تحرير الطباعة وهو ما أكنّ له جزيل الامتنان، وشكرًا لآن إدواردز وآنا باوستينباخ وجين شونغ في (HarperOne) وروب كروثر في معهد ديسكفري لعنايتهم ونباهتهم التي قدموها في جعل الكتاب أكثر وضوحًا.

أقدّم شكري لبراين غايج لإخراجه الأشكال التوضيحية وآنكا ساندو لإضافتها من موهبتها الإبداعية للمشروع (إلى جانب صبرها)، والشكر أيضًا لراتشيل ألدريش لعملها في الحصول على الصور.

أقدّر بشدّة الوقت الذي استغرقه كثير من الناس لقراءة المخطوط، جزئيًّا أو بأكمله، ولتقديمهم المُلاحظات. تيتوس كيندي وكيسي لوسكين وجورج مونتانتز وستيف زيلت وستيف فولر وبيل ديمبسكي وجوناثان ويلز وريبيكا كيلر وماريكلير ريفز وجيكوب كوخ وغرانت غاتس وآن غايجر وفرايزر راتسلاف وتشاك والاس وإريك غارسيا جميعهم لهم الشكر لهذا الأمر، وكذلك أيضًا لجيم وباولا توماس لتوفيرهم مكانًا جميلًا لي لقراءة المخطوطة بنفسي.

أقدّم جزيل الامتنان لجيم ويغينس لدعمه هذا المشروع ولمجلس المعهد البيولوجي لمنحهم لي الوقت لإتمامه: ستيف ماير وتيد روبنسون وسكوت ويبستر والعضو السابق في المجلس تشاك أندرسون، الصديق الذي لم يسمح له القدر بأن يعيش ليرى الكتاب بعد طبعه، ولكنه مثّل لي إلهامًا كبيرًا على طول المسير.

شكر خاص لأخي رون لاهتمامه المستمر بهذا العمل وأبي ريك لدعمه وإلهامه الصادق والمفعم بالحماس.

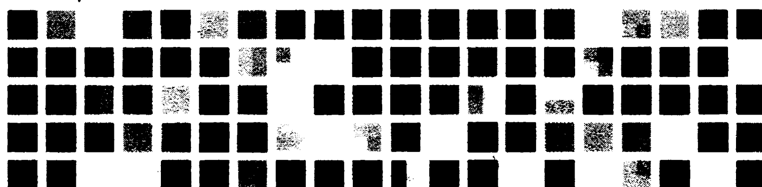
من بين الصغار ممّن مثلوا إلهامًا لي في تفكيري بحدس التصميم ابن أخي جوردان وأطفالي الثلاث نويل وكاتلين ورايان (وبالمناسبة يعود الفضل في عنوان الكتاب إلى كاتلين).

أشكرك آنيتا «غازيليون» مرة، زوجتي وصديقتي الأثيرة، لتوجيهي بلطف عندما كنت بأمسّ الحاجة لذلك.

أخيرًا أقتبس من أطروحتي في الدكتوراه:

> «أود أن أعبّر عن امتناني واعتمادي على الذي أنشأ الكون والعقل الذي به أسعى لفهمه، ولم ولن أحقق شيئًا معتبرًا من دونه أبدًا».

Sample set 1:



Sample set 2:

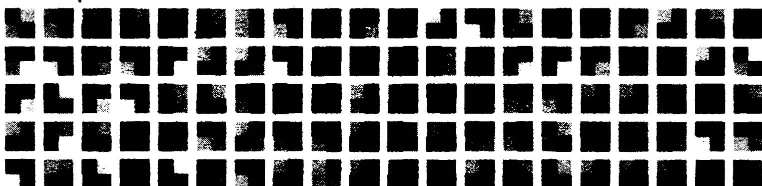


Plate 1 The visual effects of bottom-level pixel coherence and incoherence. To avoid compression artifacts, uncompressed TIFF files were used for all photos.



Plate 2 A random image (*left*) and a nonrandom image (*right*), obtained by processing the first image with the *Mathematica* commands *ImageResize* and *Colorize*.

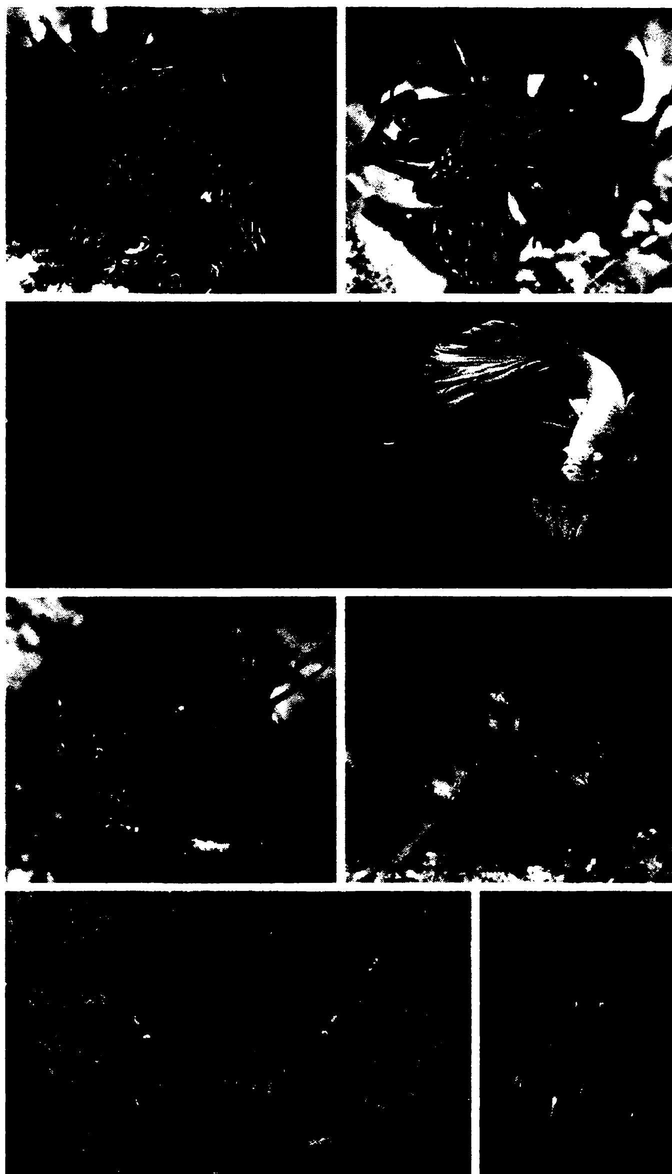


Plate 3 Fish by genre. *Top row:* Merlet's scorpionfish (*Rhinopias aphanes*) and mandarinfish (*Synchiropus splendidus*). *Second row:* Siamese fighting fish (*Betta splendens*). *Third row:* fringehead fish (*Neoclinus blanchardi*) and red-lipped batfish (*Ogcocephalus darwini*). *Bottom row:* giant stargazer (*Kathetostoma giganteum*) and fangtooth (*Anoplogaster cornuta*). Unlike the other fish shown, the Siamese fighting fish have been bred in captivity in order to bring out their full potential. Because of this, some may say they're less compelling as a demonstration of the emotional connection between us, their observers, and God, their creator. To me this only makes them more compelling, in that it seems we've been invited to participate, in a very small way, in the creative process itself.

نبذة تعريفية

المؤلف

د. دوجلاس اكس، هو مدير معهد الأحياء وهو منظمة بحثية غير ربحية أسّسها معهد ديسكفري في سياتل. بعد دراسته الجامعية في يو سي بيركيلي (UC Berkeley)، وعمله بالدكتوراه في معهد كالتيك (Caltech)، عمل عالم أبحاث في جامعة كامبريدج، وعمل في مركز مجلس الأبحاث الطبية، وفي معهد بابراهام (Babraham) في كامبريدج.

المترجمان

• محمد القاضي، حاصل على الماجستير في البيولوجيا الجزيئية والتقانة الحيوية من جامعة دمشق، ويتابع اختصاصه في اليابان حاليًا.

شارك في ترجمة عدة كتب منها:

- أيقونات التطور لجوناثان ويلز، الصادر عن مركز براهين للأبحاث والدراسات (٢٠١٤م).

ـ قدر الطبيعة: قوانين الحياة تُفصِح عن وجود الغاية في الكون لمايكل دنتون، الصادر عن مركز براهين للأبحاث والدراسات (٢٠١٦م).

ـ نظرية التطور ما تزال في أزمة لمايكل دنتون، الصادر عن مركز براهين للأبحاث والدراسات (٢٠١٧م).

• زيد الهبري، حاصل على الماجستير في التقانة الحيوية من جامعة مارتن لوثر في هاله بألمانيا.

شارك في ترجمة عدة كتب منها:

ـ شك داروين، النشوء المفاجئ لحياة الكائنات وحجة التصميم الذكي لستيفن ماير، الصادر عن مركز براهين للأبحاث والدراسات (٢٠١٦م).

ـ نظرية التطور ما تزال في أزمة لمايكل دنتون، الصادر عن مركز براهين للأبحاث والدراسات (٢٠١٧م).